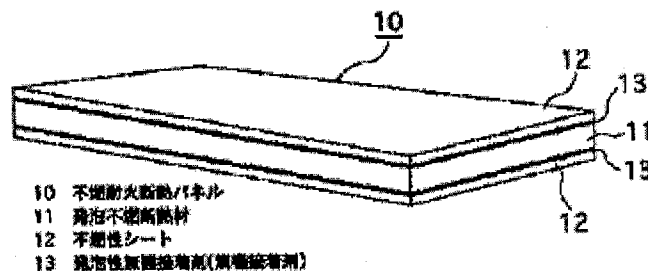


Abstract of **JP2001171030**

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize characteristics such as non-combustibility, fire resistance, heat insulating properties or the like at a higher level, to satisfy a demand of weight reduction even in a case adapted to a large-sized panel and to reduce production cost. **SOLUTION:** Noncombustible sheets 12 are bonded to both side surfaces of a foamed noncombustible heat insulating material 11 through a foamable inorganic adhesive 13 to constitute a noncombustible fire-resistant heat insulating panel 10. The foamed noncombustible heat insulating material 11 is formed by the foam molding of a composition based on calcium carbonate and/or magnesium hydroxide and containing polyvinyl chloride as a binder. The non-combustible sheet 12 is based on sepiolite and formed by a papermaking process. The foamable inorganic adhesive 13 is based on an inorganic substance and foamed at a time of heating.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-171030

(P2001-171030A)

(43) 公開日 平成13年6月26日 (2001. 6. 26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 3 2 B 5/18		B 3 2 B 5/18	2 E 0 0 1
E 0 4 B 1/94		E 0 4 B 1/94	V 3 H 0 3 6
F 1 6 L 59/02		F 1 6 L 59/02	4 F 1 0 0

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平11-363359

(22) 出願日 平成11年12月21日 (1999. 12. 21)

(71) 出願人 390034599

株式会社常盤電機

岐阜県各務原市金属団地65番地

(72) 発明者 林 宏三

岐阜県各務原市金属団地65番地 株式会社
常盤電機内

(72) 発明者 藤本 恭一

岐阜県各務原市金属団地65番地 株式会社
常盤電機内

(74) 代理人 100089738

弁理士 樋口 武尚 (外1名)

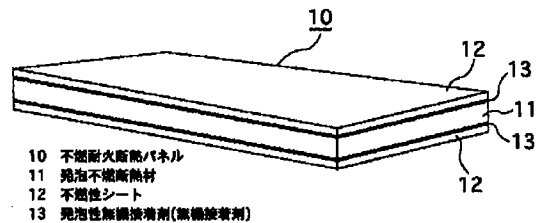
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 不燃耐火断熱パネル、不燃耐火断熱パネル用枠材、発泡不燃断熱材及び発泡不燃断熱材の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 不燃性、耐火性、断熱性等の特性をより高いレベルで実現すると共に、大型パネルに適用した場合でも軽量化の要請を満足し、かつ、製造コストを低減する。

【解決手段】 発泡不燃断熱材11の両側面に、発泡性無機接着剤13を介して不燃性シート12を接着し、不燃耐火断熱パネル10を構成する。発泡不燃断熱材11は、炭酸カルシウム及び/または水酸化マグネシウムを主成分とし、塩化ビニルをバインダーとして発泡成形する。不燃性シート12は、セピオライトを主成分として抄造する。発泡性無機接着剤13は、無機物質を主成分とし、加熱時に発泡する。



- 10 不燃耐火断熱パネル
- 11 発泡不燃断熱材
- 12 不燃性シート
- 13 発泡性無機接着剤(無機接着剤)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 無機物質を主成分として発泡成形された発泡不燃断熱材と、

無機物質を主成分として抄造され、前記発泡不燃断熱材の厚さ方向側面に接着された不燃性シートと、
無機物質を主成分とし、前記不燃性シートを前記発泡不燃断熱材の厚さ方向側面に接着する無機接着剤とを具備することを特徴とする不燃耐火断熱パネル。

【請求項2】 無機物質を主成分として発泡成形された発泡不燃断熱材と、

無機物質を主成分として抄造され、前記発泡不燃断熱材の厚さ方向側面に接着された不燃性シートと、
無機物質を主成分とし、前記不燃性シートを前記発泡不燃断熱材の厚さ方向側面に接着すると共に、加熱時に発泡する発泡性無機接着剤とを具備することを特徴とする不燃耐火断熱パネル。

【請求項3】 炭酸カルシウム及び／または水酸化マグネシウムを主成分とし、塩化ビニルをバインダーとして発泡成形された発泡不燃断熱材と、
セビオライトを主成分として抄造され、前記発泡不燃断熱材の厚さ方向側面に接着された不燃性シートと、
無機物質を主成分とし、前記不燃性シートを前記発泡不燃断熱材の厚さ方向側面に接着すると共に、加熱時に発泡する発泡性無機接着剤とを具備することを特徴とする不燃耐火断熱パネル。

【請求項4】 前記発泡不燃断熱材を複数積層して配置し、前記不燃性シートを、前記発泡不燃断熱材の内側面の間に介装して接着すると共に、最外側に位置する一対の前記発泡不燃断熱材の外側面にそれぞれ接着したことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の不燃耐火断熱パネル。

【請求項5】 前記発泡不燃断熱材の厚さ方向両側面に、それぞれ、前記不燃紙を複数積層して接着したことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の不燃耐火断熱パネル。

【請求項6】 前記発泡性無機接着剤は、前記発泡不燃断熱材の前記不燃性シートとの対向面の全体に塗付され、加熱時に発泡して前記発泡不燃断熱材と前記不燃性シートとの間で体積膨張し、耐火断熱層を形成することを特徴とする請求項2乃至5のいずれか1項に記載の不燃耐火断熱パネル。

【請求項7】 前記発泡性無機接着剤は、前記発泡不燃断熱材と前記不燃性シートとを接合した後に予備加熱され、発泡して前記発泡不燃断熱材と前記不燃性シートとの間で体積膨張し、耐火断熱層を形成することを特徴とする請求項2乃至6のいずれか1項に記載の不燃耐火断熱パネル。

【請求項8】 前記発泡性無機接着剤は、少なくとも、アルカリ珪酸塩と、未焼成バーミキュライトと、合成雲母及び／または合成ス멕タイトと、溶媒としての水と

からなることを特徴とする請求項2乃至7のいずれか1項に記載の不燃耐火断熱パネル。

【請求項9】 無機物質を主成分とする発泡不燃断熱材を、不燃耐火断熱材料よりなる不燃耐火断熱パネルの外周端面に固着される枠状に形成したことを特徴とする不燃耐火断熱パネル用枠材。

【請求項10】 不燃耐火断熱材料よりなる不燃耐火断熱パネルの外周端面に固着される枠状に形成した不燃耐火断熱パネル用枠材であって、

10 無機物質を主成分として発泡成形された発泡不燃断熱材と、

無機物質を主成分として抄造され、前記発泡不燃断熱材の厚さ方向側面に接着された不燃性シートと、
無機物質を主成分とし、前記不燃性シートを前記発泡不燃断熱材の厚さ方向側面に接着すると共に、加熱時に発泡する発泡性無機接着剤とを具備することを特徴とする不燃耐火断熱パネル用枠材。

20 【請求項11】 無機物質を主成分とする不燃シートから形成したハニカムコアと、無機物質を主成分として発泡成形され、前記ハニカムコアの厚さ方向側面に接着される発泡不燃断熱材と、無機物質を主成分とし、前記発泡不燃断熱材を前記ハニカムコアの厚さ方向側面に接着すると共に、加熱時に発泡する発泡性無機接着剤とを有するパネル状に形成され、請求項9または請求項10の不燃耐火断熱パネル用枠材を外周端面に固着した不燃耐火断熱パネル。

30 【請求項12】 水酸化マグネシウム及び炭酸カルシウムを主成分として発泡成形してなる発泡不燃断熱材において、
前記水酸化マグネシウムの含有量を40～60重量%の範囲内としたことを特徴とする発泡不燃断熱材。

【請求項13】 主成分としての無機物質と、バインダーとしての塩化ビニル系樹脂とを含む原料を、有機溶剤中で混練する原料混練工程と、
前記混練した原料を金型内に充填し、加熱して発泡させる発泡成形工程と、
前記発泡した原料からなる成形体を養生する養生工程と、
前記養生した成形体を、80℃以上250℃以下の範囲内の温度で再度加熱し、前記成形体中に含まれる有機成分及び有機溶剤を強制的に脱気して除去する脱気除去工程とを具備することを特徴とする発泡不燃断熱材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

40 【発明の属する技術分野】本発明は不燃性及び断熱性を兼備した不燃耐火断熱パネルに関し、特に、無機物質からなる断熱材に無機物質からなる不燃性シートを接着して積層構造とした不燃耐火断熱パネルに関するものである。本発明は、不燃性及び断熱性の要求される場所、例

えば、食品、半導体、パソコン、液晶、工作機械等の製造施設としてのクリーンルーム、船舶のドア等に好適である。また、本発明は、不燃耐火断熱パネルの枠材として好適に使用される不燃耐火断熱パネル用枠材に関する。更に、本発明は、不燃性及び断熱性を兼備し、単体で、または、不燃耐火断熱パネルの断熱材として好適に使用される発泡不燃断熱材及びその製造方法に関する。【0002】

【従来の技術】従来、扉、間仕切り、内装材、外壁等の建材として使用される建築用パネルまたは建築用ボードには種々のものが知られ、また用いられている。そして、それらの中でも、耐火性が特に要求される用途においては、各種の無機質材料を使用した建築ボードまたは建築パネルが使用されている。

【0003】かかる建築ボードとして、石膏ボード、珪酸カルシウムボード、グラスウール等の骨材を珪酸カルシウム板で挟み込んだ複合ボード、グラスウール等の骨材を石膏ボードで挟み込んだ複合ボード、炭酸カルシウムボード、ALC（軽量気泡コンクリート）ボード、ロックウールボード等がある。特に、石膏ボードは比較的安価である等の点で最も広く使用されている。そして、例えば、特開平6-56498号公報では、石膏ボードの不燃性をより高めるために、その両面を覆う原紙のセルロース繊維細胞内に石膏を含浸することが提案されている。

【0004】また、比較的比重の高いこれらの無機質建築ボードに対して、無機質中空体であるシラスバルーンをフィラ（骨材）の主材として用い、これを水ガラス組成物のバインダーで固めた所謂シリカボードも知られている（例えば、特開平1-131084号公報、特開平1-317148号公報）。このシリカボードは、シラスバルーンが高度な発泡粒子であるために、軽量であると共に、断熱性、遮音性等にも優れている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記各無機質建築ボードのうち、石膏ボードは防火性、断熱性等が高いものの、石膏の芯材層の両面を覆う原紙がバルブを主材とするものであるため、これを難燃化したとしても高熱の火災に接すると焼失する等、耐火性の点でなお十分なものではなかった。

【0006】また、石膏ボードは前述のように比重が比較的高いため、大型の耐火ボードとして形成した場合には重量が大きくなっていった。この点はシリカボードについても同様であり、比較的比重が小さいとは言え、ドア、間仕切り等のスペースを兼ねた芯材として用いるために厚肉の耐火ボードに形成した場合には、やはりその全体重量が大きくなる傾向があった。更に、上記各無機質建築ボードは、肉厚（板厚）が50～150mmと厚肉のものが多く、その分、重量も大きくなっていった。よって、従来の無機質建築ボードは、その用途が限定さ

れ、軽量化が要求される箇所では使用することができなかった。例えば、炭酸カルシウムボードのように軽量とされるものでも、比重が1立方メートル当たり400kgあり、大型パネルまたは耐火ドア等、大型のものが必要とされる用途においては、より一層の軽量化が要求されていた。

【0007】更に、これらの従来の無機質建築ボード、特にシリカボードは、硬度は高いが一般に比較的脆い傾向があり、特に広いパネル状のボードに形成した場合には、割れ易いものでもあった。また、骨材及び珪酸カルシウムボードまたは石膏ボードからなる複合ボードは、骨材としてのグラスウール等が高価である。また、骨材を挟み込む作業が面倒で、時間がかかり、作業性等の点で問題が有る。よって、従来の複合ボードは、上記の事情により製造コストが上昇する結果となっていた。

【0008】特に、船舶、メガフロート、オイルプラットフォーム、ウォータフロント等の海洋建築物の用途においては、波浪による衝撃、腐食等、過酷な条件が考えられるため、不燃性、断熱性、強度、耐腐食性等の要請を高いレベルで満足する必要がある。また、海洋建築物では、大型のパネルが必要とされる場合が多く、かつ、浮力確保等との関係で、陸上建築物よりも軽量化の要請が大きい。

【0009】一方、従来、建築パネル等に使用される不燃パネルとして、板状のハニカムコアの厚さ方向両側面に、表面材として不燃性シート（不燃紙）を接着した積層パネル（サンドイッチパネル）がある。この積層パネルは、外周端面に芯材としてのハニカムコアのセルが現れるため、その外周端面にアルミニウム製の枠材を固着してハニカムコアのセルを遮蔽する端面処理を施している。しかし、アルミニウム製の枠材は、断熱性が低く、積層パネル自体で高い断熱性を発揮しても、枠材部分で熱を逃がすことになり、全体の断熱性を低下することになる。よって、積層パネル等の不燃パネルにおいて、断熱性に優れた枠材を提供することが望まれている。

【0010】また、従来の発泡不燃断熱材は、断熱性には優れているものの、耐火性の点で改善する余地がある。更に、従来の発泡不燃断熱材は、その製造に、バインダーとしての塩化ビニル系樹脂及び有機溶剤を使用する。そのため、従来の発泡不燃断熱材は、加熱時または耐火時に、内部に存在する塩化ビニル樹脂による塩化臭が発生したり、有機溶剤による有機溶剤臭が発生する。

【0011】そこで、本発明は、不燃性、耐火性、断熱性等の特性をより高いレベルで実現すると共に、大型パネルに適用した場合でも軽量化の要請を満足し、かつ、製造コストを低減することができる不燃耐火断熱パネル及び不燃耐火断熱パネル用枠材の提供を課題とするものである。

【0012】また、本発明は、耐火性を向上した発泡不燃断熱材の提供を課題とするものである。

10

20

30

40

50

【0013】更に、本発明は、加熱時または耐火時における塩ビ臭、有機溶剤臭の発生を防止することができる発泡不燃断熱材の製造方法の提供を課題とするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る不燃耐火断熱パネルは、無機物質を主成分として発泡成形された発泡不燃断熱材と、無機物質を主成分として抄造され、前記発泡不燃断熱材の厚さ方向側面に接着された不燃性シートと、無機物質を主成分とし、前記不燃性シートを前記発泡不燃断熱材の厚さ方向側面に接着する無機接着剤とを具備する。

【0015】したがって、発泡不燃断熱材、不燃性シート及び無機接着剤のいずれもが、無機物質を主成分とするため、完全な不燃性を実現することができる。また、発泡不燃断熱材が、発泡体（フォーム状）であるため、高い断熱性を付与する。更に、無機接着剤が、発泡不燃断熱材と不燃性シートとの接着部分でも不燃性を発揮し、更に、耐火時にその接着部分から劣化することを防止する。一方、不燃耐火断熱パネルの主要部分であり、その体積の大部分を占める発泡不燃断熱材は発泡体であり軽量であると共に、他の主要部分である不燃性シートはシート状（薄片状または薄板状）でありやはり軽量である。更に、発泡不燃断熱材に不燃性シートを接着する作業は容易である。

【0016】なお、不燃性シートは、表面材として、発泡不燃断熱材の側面のみ接着しても良く、両側面に接着しても良い。また、不燃性シートの主成分としては、セピオライト（珪酸マグネシウム）、ブルーサイト（水酸化マグネシウム）、蠣殻粉（炭酸カルシウム）等がある。更に、発泡不燃断熱材の主成分となる無機物質としては、炭酸カルシウム、水酸化マグネシウム等がある。そして、無機接着剤の主成分となる無機物質としては、シリカ、酸化マグネシウム等がある。

【0017】請求項2に係る不燃耐火断熱パネルは、無機物質を主成分として発泡成形された発泡不燃断熱材と、無機物質を主成分として抄造され、前記発泡不燃断熱材の厚さ方向側面に接着された不燃性シートと、無機物質を主成分とし、前記不燃性シートを前記発泡不燃断熱材の厚さ方向側面に接着すると共に、加熱時に発泡する発泡性無機接着剤とを具備する。

【0018】したがって、発泡不燃断熱材、不燃性シート及び発泡性無機接着剤のいずれもが、無機物質を主成分とするため、完全な不燃性を実現することができる。また、発泡不燃断熱材が、発泡体（フォーム状）であるため、高い断熱性を付与する。更に、発泡性無機接着剤が、発泡不燃断熱材と不燃性シートとの接着部分でも不燃性を発揮し、更に、耐火時にその接着部分から劣化することを防止する。一方、不燃耐火断熱パネルの主要部分であり、その体積の大部分を占める発泡不燃断熱材は

発泡体であり軽量であると共に、他の主要部分である不燃性シートはシート状（薄片状または薄板状）でありやはり軽量である。更に、発泡不燃断熱材に不燃性シートを接着する作業は容易である。

【0019】加えて、発泡性無機接着剤が加熱時に発泡する。よって、発泡不燃断熱材と不燃性シートとを接着した後、パネル使用時に、火災等が発生した場合、その火災による熱により発泡性無機接着剤が発泡し、発泡不燃断熱材と不燃性シートとの間で体積膨張する。特に、体積膨張した発泡性無機接着剤は、発泡不燃断熱材と不燃性シートとの接着部分を隙間なく充填して接着し、両者の離脱、変形等を有効に防止する。

【0020】請求項3に係る不燃耐火断熱パネルは、炭酸カルシウム及び／または水酸化マグネシウムを主成分とし、塩化ビニルをバインダーとして発泡成形された発泡不燃断熱材と、セピオライトを主成分として抄造され、前記発泡不燃断熱材の厚さ方向側面に接着された不燃性シートと、無機物質を主成分とし、前記不燃性シートを前記発泡不燃断熱材の厚さ方向側面に接着すると共に、加熱時に発泡する発泡性無機接着剤とを具備する。

【0021】したがって、発泡不燃断熱材、不燃性シート及び発泡性無機接着剤のいずれもが、無機物質（炭酸カルシウム及び／または水酸化マグネシウム、セピオライト）を主成分とするため、完全な不燃性を実現することができる。また、発泡不燃断熱材が、発泡体（フォーム状）であるため、高い断熱性を付与する。更に、発泡性無機接着剤が、発泡不燃断熱材と不燃性シートとの接着部分でも不燃性を発揮し、更に、耐火時にその接着部分から劣化することを防止する。一方、不燃耐火断熱パネルの主要部分であり、その体積の大部分を占める発泡不燃断熱材は発泡体であり軽量であると共に、他の主要部分である不燃性シートはシート状（薄片状または薄板状）でありやはり軽量である。更に、発泡不燃断熱材に不燃性シートを接着する作業は容易である。

【0022】加えて、発泡性無機接着剤が加熱時に発泡する。よって、発泡不燃断熱材と不燃性シートとを接着した後、パネル使用時に、火災等が発生した場合、その火災による熱により発泡性無機接着剤が発泡して発泡不燃断熱材と不燃性シートとの間で体積膨張する。特に、体積膨張した発泡性無機接着剤は、発泡不燃断熱材と不燃性シートとの接着部分を隙間なく充填して接着し、両者の離脱、変形等を有効に防止する。

【0023】更に、発泡不燃断熱材は、炭酸カルシウム及び／または水酸化マグネシウムを塩化ビニルにより結合して発泡成形される発泡体であるため、適度な柔軟性を有し、多少の曲げまたは外力（衝撃）によって破壊されることがない。また、不燃性シートは、無機物質にもかかわらず適度な柔軟性を有するセピオライトから形成されるため、それ自身もやはり適度な柔軟性を有し、多少の曲げまたは外力（衝撃）によって破壊されることが

ない。そして、発泡性無機接着剤は、発泡性を有するため、やはり適度な柔軟性を有し、ハニカムコアと発泡不燃断熱材との接合部分に加わる多少の外力（衝撃）によって破壊されることがない。

【0024】請求項4に係る不燃耐火断熱パネルは、請求項1乃至3のいずれかの構成において、前記発泡不燃断熱材を複数積層して配置し、前記不燃性シートを、前記発泡不燃断熱材の内側面の間に介装して接着すると共に、最外側に位置する一対の前記発泡不燃断熱材の外側面にそれぞれ接着した。

【0025】したがって、請求項1乃至3のいずれかの作用に加え、発泡不燃断熱材を複数層構造とするため、不燃性シートが発泡不燃断熱材より一層多い複数層構造となる。よって、係る複数層の不燃性シートにより、不燃性及び耐火性を一層向上することができる。即ち、請求項4に係る不燃耐火断熱パネルは、複数枚の発泡不燃断熱材の合計肉厚を、請求項1乃至3のいずれかに係る発泡不燃断熱材の肉厚より小さくし、かつ、不燃耐火断熱パネルの全体の肉厚を請求項1乃至3のいずれかに係

る不燃耐火断熱パネルの肉厚より小さくしても、より高い不燃性及び耐火性を有する。

【0026】請求項5に係る不燃耐火断熱パネルは、請求項1乃至3のいずれかの構成において、前記発泡不燃断熱材の厚さ方向両側面に、それぞれ、前記不燃紙を複数積層して接着した。

【0027】したがって、請求項1乃至3のいずれかの作用に加え、発泡不燃断熱材の厚さ方向両側面にそれぞれ不燃性シートを複数層ずつ積層した複数層構造をなすため、不燃性及び耐火性を一層向上することができる。即ち、請求項5に係る不燃耐火断熱パネルは、発泡不燃断熱材の肉厚を、請求項1乃至3のいずれかに係る発泡不燃断熱材の肉厚より小さくし、かつ、不燃耐火断熱パネルの全体の肉厚を請求項1乃至3のいずれかに係

る不燃耐火断熱パネルの肉厚より小さくしても、より高い不燃性及び耐火性を有する。

【0028】請求項6に係る不燃耐火断熱パネルは、請求項2乃至5のいずれかの構成において、前記発泡性無機接着剤を、前記発泡不燃断熱材の前記不燃性シートとの対向面の全体に塗付し、加熱時に発泡して前記発泡不燃断熱材と前記不燃性シートとの間で体積膨張し、耐火断熱層を形成するようにしたものである。

【0029】したがって、請求項2乃至5のいずれかの作用に加え、発泡性無機接着剤を発泡不燃断熱材の厚さ方向側面全体に塗付したため、不燃性発泡部分が発泡不燃断熱材及び不燃性シートの接合面の略全体にわたって面状に形成される。

【0030】請求項7に係る不燃耐火断熱パネルは、請求項2乃至6のいずれかの構成において、前記発泡性無機接着剤を、前記発泡不燃断熱材と前記不燃性シートとを接合した後に予備加熱し、発泡させて前記発泡不燃断

熱材と前記不燃性シートとの間で体積膨張させ、耐火断熱層を形成するようにしたものである。

【0031】したがって、請求項2乃至6のいずれかの作用に加え、不燃耐火断熱パネル製造時に、予め、前記発泡不燃断熱材と前記不燃性シートとの間で発泡性無機接着剤による耐火断熱層が形成される。よって、不燃耐火断熱パネルの通常の使用時には、前記耐火断熱層も不燃性、耐火性及び断熱性を発揮する。

【0032】なお、請求項7において、前記予備加熱温度は、発泡性無機接着剤の十分な発泡を確保する一方、加熱に要するコスト削減等の点から、200～500℃の範囲とすることが好ましい。

【0033】請求項8に係る不燃耐火断熱パネルは、請求項2乃至7のいずれかの構成において、前記発泡性無機接着剤を、少なくとも、アルカリ珪酸塩と、未焼成パーミキュライトと、合成雲母及び／または合成ス멕タイトと、溶媒としての水とから構成したものである。

【0034】したがって、請求項2乃至7のいずれかの作用に加え、発泡性無機接着剤を溶媒としての水に溶解または分散した接着剤溶液として、接着対象である発泡不燃断熱材または不燃性シートの接合箇所に塗付した後、乾燥して水分を蒸発させると、接着剤溶液の濃縮に伴い、合成雲母及び／または合成ス멕タイトの結晶鱗片相互が、内部にアルカリ珪酸塩を包含しながら、未焼成パーミキュライトの微粉体の周囲に接近し、ゲル化する。このとき、劈開した合成雲母及び／またはの結晶片は、層間部分が陰イオンに、反対側部分が陽イオンに帯電しているため、静電作用により互いに接近する。そして、結晶鱗辺の平面部分と端面部分とが任意の態様で接触し、立体構造を形成して結合し、ゲル化して固化する。同時に、アルカリ珪酸塩が脱水縮合し、所期のバインダ機能を発揮して、接着力を発現する。

【0035】請求項9に係る不燃耐火断熱パネル用枠材は、無機物質を主成分とする発泡不燃断熱材を、不燃耐火断熱材料よりなる不燃耐火断熱パネルの外周端面に固着される枠状に形成した。

【0036】したがって、発泡不燃断熱材が、無機物質を主成分とするため、完全な不燃性を実現することができる。また、発泡不燃断熱材が、発泡体（フォーム状）であるため、高い断熱性を付与する。一方、発泡不燃断熱材は発泡体であり軽量である。

【0037】請求項10に係る不燃耐火断熱パネル用枠材は、不燃耐火断熱材料よりなる不燃耐火断熱パネルの外周端面に固着される枠状に形成したものであって、無機物質を主成分として発泡成形された発泡不燃断熱材と、無機物質を主成分として抄造され、前記発泡不燃断熱材の厚さ方向側面に接着された不燃性シートと、無機物質を主成分とし、前記不燃性シートを前記発泡不燃断熱材の厚さ方向側面に接着すると共に、加熱時に発泡する発泡性無機接着剤とを具備する。

【0038】したがって、発泡不燃断熱材、不燃性シート及び発泡性無機接着剤のいずれもが、無機物質を主成分とするため、完全な不燃性を実現することができる。また、発泡不燃断熱材が、発泡体（フォーム状）であるため、高い断熱性を付与する。更に、発泡性無機接着剤が、発泡不燃断熱材と不燃性シートとの接着部分でも不燃性を発揮し、更に、耐火時にその接着部分から劣化することを防止する。一方、不燃耐火断熱パネル用枠材の主要部分であり、その体積の大部分を占める発泡不燃断熱材は発泡体であり軽量であると共に、他の主要部分である不燃性シートはシート状（薄片状または薄板状）でありやはり軽量である。更に、発泡不燃断熱材に不燃性シートを接着する作業は容易である。

【0039】加えて、発泡性無機接着剤が加熱時に発泡する。よって、発泡不燃断熱材と不燃性シートとを接着した後、パネル使用時に、火災等が発生した場合、その火災による熱により発泡性無機接着剤が発泡し、発泡不燃断熱材と不燃性シートとの間で体積膨張する。特に、体積膨張した発泡性無機接着剤は、発泡不燃断熱材と不燃性シートとの接着部分を隙間なく充填して接着し、両者の離脱、変形等を有効に防止する。

【0040】請求項11に係る不燃耐火断熱パネルは、無機物質を主成分とする不燃シートから形成したハニカムコアと、無機物質を主成分として発泡成形され、前記ハニカムコアの厚さ方向側面に接着される発泡不燃断熱材と、無機物質を主成分とし、前記発泡不燃断熱材を前記ハニカムコアの厚さ方向側面に接着すると共に、加熱時に発泡する発泡性無機接着剤とを有するパネル状に形成され、請求項9または請求項10の不燃耐火断熱パネル用枠材を外周端面に固着したものである。

【0041】したがって、不燃耐火断熱パネルの外周端面に固着した不燃耐火断熱パネル用枠材が、請求項9または10の作用を奏する。同時に、不燃耐火断熱パネルにおいても、発泡不燃断熱材、不燃性シート及び発泡性無機接着剤のいずれもが、無機物質を主成分とするため、完全な不燃性を実現することができる。また、発泡不燃断熱材が、発泡体（フォーム状）であるため、高い断熱性を付与する。更に、発泡性無機接着剤が、発泡不燃断熱材と不燃性シートとの接着部分でも不燃性を発揮し、更に、耐火時にその接着部分から劣化することを防止する。一方、不燃耐火断熱パネルの主要部分であり、その体積の大部分を占める発泡不燃断熱材は発泡体であり軽量であると共に、他の主要部分である不燃性シートはシート状（薄片状または薄板状）でありやはり軽量である。更に、発泡不燃断熱材に不燃性シートを接着する作業は容易である。

【0042】加えて、発泡性無機接着剤が加熱時に発泡する。よって、発泡不燃断熱材と不燃性シートとを接着した後、パネル使用時に、火災等が発生した場合、その火災による熱により発泡性無機接着剤が発泡し、発泡不

燃断熱材と不燃性シートとの間で体積膨張する。特に、体積膨張した発泡性無機接着剤は、発泡不燃断熱材と不燃性シートとの接着部分を隙間なく充填して接着し、両者の離脱、変形等を有効に防止する。

【0043】請求項12に係る発泡不燃断熱材は、水酸化マグネシウム及び炭酸カルシウムを主成分として発泡成形してなるものにおいて、前記水酸化マグネシウムの含有量を40～60重量%の範囲内とした。

【0044】したがって、火災等による加熱時に、発泡不燃断熱材の主成分である水酸化マグネシウムにOH基として含まれる結晶水（構造水）が、 H_2O として脱水され、気化熱による冷却効果（自己消化作用）を発揮する。このとき、水酸化マグネシウムの含有量を40～60%の範囲内とすることにより、十分な耐火性を発揮すると同時に、十分な強度を確保することができる。

【0045】ここで、水酸化マグネシウムの含有量が40%未満では、耐火性が不十分となる可能性がある。水酸化マグネシウムの含有量が60%を超えると、成形後の強度が不十分となる可能性がある。

【0046】請求項13に係る発泡不燃断熱材の製造方法は、主成分としての無機物質と、バインダとしての塩化ビニル系樹脂とを含む原料を、有機溶剤中で混練する原料混練工程と、前記混練した原料を金型内に充填し、加熱して発泡させる発泡成形工程と、前記発泡した原料からなる成形体を養生する養生工程と、前記養生した成形体を、80℃以上250℃以下の範囲内の温度で再度加熱し、前記成形体中に含まれる有機成分及び有機溶剤を強制的に脱気して除去する脱気除去工程とを具備する。

【0047】したがって、原料混練工程で調製した原料を発泡成形工程で加熱して発泡させ、養生することにより、発泡体が成形される。この発泡体には、塩化ビニル系樹脂が存在し、また、有機溶剤が残留しているが、脱気除去工程で80℃以上250℃以下の範囲内の温度で再度加熱することにより、有機溶剤、塩化ビニル系樹脂の塩化水素等を脱気して除去することができる。即ち、有機溶剤、塩化ビニル系樹脂の塩化水素等の有機成分が揮散し、使用後に塩ビ臭、有機溶剤臭を発生することがない。

【0048】ここで、脱気除去工程の加熱温度が80℃未満では、有機溶剤、塩化ビニル系樹脂の塩化水素等を十分に脱気して除去することができない。一方、脱気除去工程の加熱温度が250℃を超えると、主成分、塩化ビニル系樹脂自体への熱的影響が大きくなり好ましくない。

【0049】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。なお、各実施の形態を通じ、同一の部材、要素または部分には同一の符号を付して、その説明を省略する。

【0050】〔実施の形態1〕図1は本発明の実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネルを示す斜視図である。図2は本発明の実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネルの要部を示す断面図である。図3は本発明の実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネルの発泡性無機接着剤が発泡した状態を示す断面図である。

【0051】まず、実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10の全体構成について説明する。実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10は、図1及び図2に示すように、発泡不燃断熱材11の厚さ方向両側面（図中上下両側面）に、一対の不燃性シート12をそれぞれ発泡性無機接着剤13により接着した三層構造のものである。詳細には、前記発泡不燃断熱材11は、無機物質としての炭酸カルシウム及び／または水酸化マグネシウムを主成分とし、塩化ビニルをバインダーとして発泡成形される。また、発泡不燃断熱材11は、所定肉厚を有する矩形平板状等の所定平面形状の平板状をなしている。更に、不燃性シート12は、例えば、無機物質としてのセピオライトを主成分として抄造されるものであり、不燃紙とも呼ばれるものである。

【0052】不燃性シート12は、所定肉厚を有し、発泡不燃断熱材11の側面形状に対応する平板状をなしている。そして、一対の不燃性シート12が、発泡不燃断熱材11の厚さ方向両側面に接着される。前記発泡不燃断熱材11は、内部に多数の細かな独立気泡を有する発泡体であり、不燃耐火断熱パネル10の厚さ方向中央で不燃耐火層及び断熱層を構成する。また、一対の不燃性シート12は、不燃耐火断熱パネル10の厚さ方向両側で不燃耐火層を構成する。なお、前記発泡不燃断熱材11の肉厚及び不燃性シート12の肉厚は、それぞれ、用途に応じて要求されるパネル全体の肉厚に応じて決定される。

【0053】発泡性無機接着剤13は、無機物質としてのアルカリ珪酸塩を主成分とし、一対の不燃性シート12を発泡不燃断熱材11の厚さ方向側面にそれぞれ接着する。また、発泡性無機接着剤13は、主成分として、未焼成パーミキュライト、合成雲母及び／または合成スメクタイトを混合し、加熱時に発泡して体積膨張するようになっている。更に、本実施の形態では、発泡性無機接着剤13は、各不燃性シート12の発泡不燃断熱材11との対向面（接合面乃至対向面）の全体に塗付され、薄肉の接着層を構成している。これにより、発泡性無機接着剤13は、互いに対向する発泡不燃断熱材11の側面と不燃性シート12の側面とを接着する。また、発泡性無機接着剤13は、発泡不燃断熱材11または不燃性シート12の対向側面全体に広がる。

【0054】発泡性無機接着剤13は、通常、発泡不燃断熱材11への塗付及び接着時点では発泡しておらず、単に、発泡不燃断熱材11と不燃性シート12とを接着するのみである。一方、発泡性無機接着剤13は、図3

に示すように、耐火時の火炎等による加熱時に発泡して、発泡不燃断熱材11と不燃性シート12との間で体積膨張し、発泡体からなる比較的厚肉の不燃耐火層14を形成するようになっている。

【0055】次に、不燃耐火断熱パネル10の各構成要素としての発泡不燃断熱材11、不燃性シート12、発泡性無機接着剤13の各々の構成及び製造方法について説明する。

【0056】＜発泡不燃断熱材＞前記発泡不燃断熱材11は、炭酸カルシウム及び／または水酸化マグネシウムを主成分とし、塩化ビニルをバインダーとして発泡成形される。この発泡不燃断熱材11は、例えば、以下のようにして製造することができる。まず、バインダーとしての塩化ビニル系樹脂粉末と無機質繊維材とを、有機溶剤を加えながら均一に混合し、その混合物を予め膨潤させる。次に、この混合膨潤物に主成分としての炭酸カルシウム粉末、並びに、発泡剤、助剤及び有機溶剤等を加え、混練する。適度な粘度が得られたら、この混練物を金型内に充填し、加圧加熱して発泡させる。その後、発泡体を乾燥炉で乾燥することにより、有機溶剤を完全に脱気させる。そして、乾燥炉から取り出した発泡体を自然養生する。これにより、ボード状または平板状に成形された無機質の発泡不燃断熱材を得ることができる。なお、主成分として、前記炭酸カルシウムの変わりに、または、炭酸カルシウムと共に、水酸化マグネシウムを好適に使用することもできる。

【0057】発泡不燃断熱材11としては、（株）常盤電機社製の商品名「Gロック」を好適に使用することができる。

【0058】＜不燃性シート＞不燃性シート12の主成分であるセピオライトは、一般には繊維性を持った含水ケイ酸マグネシウムの塊である。そして、その表面には反応性に富んだ極性基を有し、吸着性、揺変性、固結性等の基本的な性質がある。そして、この含水ケイ酸マグネシウム鉱物であるセピオライトは、その水酸基によって固結性等に優れるだけでなく、水とのなじみ性にも優れ、水中においてカチオンまたはアニオンに帯電して容易に分散する。このため、抄造によって容易にシートを形成することができ、また、形成されたシートは十分な紙力を有する。したがって、セピオライトは、不燃性シート12を形成する成分として単独で使用することもできる。しかし、形成される不燃性シート12のハンドリング強度をより十分に高めるために、補強繊維を合わせて使用することが好ましい。

【0059】この補強繊維としては、ガラス繊維、ロックウール繊維等の鉱物繊維、ステンレス繊維等の金属繊維、チタン酸カリウム繊維等のセラミック繊維またはウイスキー、石膏繊維等の無機化合物繊維、等を使用することができる。ただし、材料コスト、凝集効果等の点からは、これらの中でもガラス繊維が最適である。そし

て、これらの無機質繊維は、不燃性シート全体に対して、一般に3～20重量%の割合で配合することができる。

【0060】また、補強繊維としては、無機質繊維だけでなく、木材パルプ、またはこれを難燃化したリン酸パルプ、アラミド繊維、ビニロン繊維等の織物繊維、等の有機質繊維も使用することができる。しかし、その配合量は、不燃性、耐火性、及び熱分解後の保形性を十分なものとするために、不燃性シート12全体に対して10重量%以下であることが好ましく、更には、5重量%以下がより好ましい。

【0061】更に、これらの補強繊維の他にも、必要に応じて、各種の無機質フィラを配合することができる。そのような無機質フィラとしては、水酸化アルミニウム、含水ホウ酸カルシウム（灰礫石）、水酸化マグネシウム（ブルーサイト）等の自己消火性を有する無機質粉体が特に好ましい。また、コロイドシリカ等の結合性の無機質フィラ、パーミキュライト、合成膨潤性雲母または合成スメクタイト等の板状粒子も、不燃性シートに強度を与えるために好ましい。ただし、これらの無機質フィラは、主材としてのセピオライトの特性を阻害しない程度に比較的少ない割合で使用される。

【0062】更にまた、不燃性シート12には、その紙力を高めるために高分子化合物からなるバインダを添加することができる。このバインダとしては、グアーガム、でんぷん等の天然高分子化合物も使用可能であるが、好ましくは、合成物である合成樹脂が使用される。そして、合成樹脂としては、熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂のいずれも適宜に用いることができ、好ましくは、抄造時に凝集剤としても作用するカチオン系、アニオン系、またはノニオン系のものが使用される。熱可塑性樹脂は、主に不燃性シート12の乾燥時の紙力を高めるもので、例えば、ポリアミド、またはポリアクリルアミド等のアクリル系樹脂、ポリエステル樹脂等が代表的である。また、熱硬化性樹脂は、主に不燃性シート12の湿潤時の紙力を高め、例えば、尿素-ホルムアルデヒド樹脂、メラミン-ホルムアルデヒド樹脂、エピクロルヒドリン系ポリアミド樹脂、等が代表的である。そして、これらの高分子化合物からなるバインダはそれぞれ単独で、または組合わせて使用することができるが、不燃性シート12全体に対して一般に5重量%までの割合となるように調製することが好ましい。

【0063】そして、不燃性シート12は、これらの材料を分散したスラリーから、一般に0.2～0.5mm程度の厚さのシートとして、抄造によって形成することができる。その組成の一例を次に示す。

【0064】

【表1】不燃性シートの組成例

セピオライト	85
ガラス繊維	10
パルプ	3
ビニロン系繊維	1
アクリル系樹脂	0.5
エポキシ系樹脂	0.5

(重量%)

【0065】この不燃性シート12では、パルプ等の有機成分の合計量は、全体に対して5重量%である。そのため、この不燃性シートは、高温加熱（800～1000℃）時にはそれらの有機成分が炭化するが、炭化後のシートにおいても強度の劣化は少なく、十分な耐熱保形性を備えている。

【0066】また、上記のように抄造した不燃性シートに、更にケイ酸ナトリウムまたはカリウム等の水ガラス組成物を含浸または被覆することは、好ましいことである。これによって、不燃性シートの表面に水ガラスの硬化した被覆が形成され、物理的強度と耐水性、更に耐火性及び耐熱性をより高めることができる。なお、この不燃性シートの含浸または被覆に使用する水ガラス組成物は、例えば、固形分で88重量%のケイ酸ナトリウムと、12重量%の酸化マグネシウム（硬化剤）とからなる変性水ガラス組成物として形成することができる。

【0067】本実施の形態の不燃性シート12としては、本出願人である（株）常盤電機社製の珪酸マグネシウム製不燃紙GSまたはGLを好適に使用することができる。

【0068】なお、不燃性シート12の主成分となる無機物質としては、上記セピオライト（珪酸マグネシウム）の代わりに、或いはセピオライトと共に、ブルーサイト（水酸化マグネシウム）、蠣殻粉（炭酸カルシウム）等を好適に使用することができる。ブルーサイトを使用了不燃性シートは、本出願人の出願に係る特開平8-1839号公報に開示されている。この技術は、ブルーサイトを主成分として、或いは、主成分としてブルーサイトにセピオライトを混合して、不燃性シート抄造用のスラリーを形成している。

【0069】ここで、ブルーサイト（brucite 水滑石）は、主に蛇紋岩地域に脈状または塊状に産出する水酸化マグネシウム（ $Mg(OH)_2$ ）鉱物である。このブルーサイトの原石としては、中国遼寧省で産出されるものが代表的であり、クリンタイル石綿を含有しない高品質なものとして知られている。そして、本実施の形態では、このブルーサイトとしては、原石をジェット粉砕機等で微粒子状に粉砕した不定形板状（偏平状）の粒子形態のものをを用いることができる。その粒子の大きさは、抄造時の歩留り、得られる不燃性シートの強度、可撓性等の点で、平均粒径において一般に0.5～20

μm程度であることが好ましく、より好ましくは、2～10μm程度である。

【0070】そして、この板状粒子からなるブルーサイトは、その水酸基によって固結性、吸着性に優れていると共に水とのなじみ性にも優れ、水中においてカチオンに帯電して容易に分散するために、そのスラリーから抄造によって容易に不燃性シートまたは不燃性シートを形成することができ、また、形成された不燃性シートは十分な保形性を有する。したがって、原紙としての不燃性シートは、この板状粒子からなるブルーサイトを単独で

10

使用して形成することもできるが、バインダ、セピオライト、補強繊維等を含むものとして形成することもできる。

【0071】また、この板状粒子からなるブルーサイトを主材として抄造した不燃性シートは、その強度をより高め、また耐火性をより向上するために、上記セピオライト製の不燃性シートの場合と同様、水ガラスを塗布し

含浸することができる。

【0072】更に、ブルーサイトを不燃性シートの主成分として使用する場合、平均粒径2.5μm(325メッシュ)の板状(扁平状)粒子からなるブルーサイトを

20

使用することができる(フォートライトPC-1000 昭和鉱業(株)製)。この板状粒子からなるブルーサイト(以下、単に板状ブルーサイトという)は、中国遼寧省で産出されたブルーサイト原石をジェット粉碎機によって微細な粒子に粉碎したもので、次の化学分析値を有し、クリソタイル石綿を含有しないものである。

【0073】

【表2】化学分析値

MgO	66.5 (重量%)
SiO ₂	1.5
Al ₂ O ₃	0.2
CaO	0.5
K ₂ O	Trace
Na ₂ O	0.1
Fe ₂ O ₃	0.8
Ig. Loss(H ₂ O)	30.5
計	99.7

【0074】板状ブルーサイトにより不燃性シートを製造する場合、スラリー形成工程において、板状ブルーサイト4重量部と、予め解繊したセピオライト1重量部と、繊維長さ約6mmのガラス繊維0.5重量部と、水300重量部とを混合タンクに入れ、均一な分散が得られるまで十分混合する。次いで、この板状ブルーサイトとセピオライトが均一に分散したスラリーに、主に凝集のためのバインダとして、ノニオン系であるポリエチレ

50

ンオキシド(PEO)0.5%水溶液を10重量部配合し、更に混合する。これによって、板状ブルーサイトとセピオライト及びガラス繊維の凝集フロックが容易に形成される。なお、このように形成したスラリーの配合は、まとめると、次のものである。

【0075】

【表3】スラリー配合例1

板状ブルーサイト	4 (重量部)
セピオライト	1
ガラス繊維	0.5
水	300
PEO水溶液	10

【0076】この配合例において、セピオライトは、不燃性シートの結着性をより高めて、その強度を増強するために用いられている。また、セピオライトは、ブルーサイトが300～400℃で熱分解して酸化マグネシウムに変わるのに対し、800℃以上の熱安定性を有するので、高温加熱時のシートの形状保持性にも優れた作用を発揮する。なお、このセピオライトは必ずしも配合する必要はないが、配合する場合には、一般に板状ブルーサイト100重量部に対して10～40重量部程度が好ましい。

【0077】なお、板状ブルーサイトを主材として含むスラリーには、セピオライト、補強繊維、有機高分子化合物からなるバインダの他にも、水酸化アルミニウム、含水ホウ酸カルシウム(灰硼石)等の無機質粉体を加えることができる。また、例えば、コロイドシリカを添加することもでき、それによって、不燃性シートの白色度を増し、また、不燃性シートを強化することができる。

【0078】また、主成分として蠣殻粉を使用した不燃性シートは、本出願人の出願に係る特開平8-144194号公報に開示されている。この技術は、主成分として蠣殻粉にセピオライトを混合し、不燃性シート抄造用のスラリーを形成している。なお、これらの代替材料からなるスラリーには、上記のようにセピオライトを主材として使用した場合と同様の、補強用繊維、バインダ等を混合することが好ましい。

40

【0079】更に、上記のように抄造した不燃性シートの肉厚(板厚)は、通常は、0.2mm～1.2mm程度であるが、必要に応じて、適宜、より厚肉またはより薄肉とすることができる。

【0080】<発泡性無機接着剤>前記発泡性無機接着剤13は、骨材としてのシリカ及び結合剤としての酸化マグネシウムを主成分として調製することができる。また、発泡性無機接着剤13は、例えば、アルカリ珪酸塩と、未焼成バーミキュライトと、合成雲母及び/または合成スメクタイトと、溶媒としての水とを必須成分として調製することができる。

【0081】前記アルカリ珪酸塩としては、珪酸ナトリウム、珪酸カリウム、珪酸リチウム等の珪酸アルカリ金属塩、珪酸カルシウム、珪酸マグネシウム等の珪酸アルカリ土類金属塩、または、珪酸アルミニウム等を使用することができる。また、前記未焼成パーミキュライトは、橄欖岩が熱水変質して生じた鉱物であり、高温に加熱すると膨張するという特性を有するものである。

【0082】前記合成雲母及び合成スメクタイトは同様の特性を有するものであり、その一方または両方を前記アルカリ珪酸塩及び未焼成パーミキュライトと共に使用することができる。合成雲母としては、フッ素金雲母等の合成フッ素雲母を例示することができるが、固液反応により合成した微粉ナトリウム・フッ素雲母を使用することが好ましい。かかる合成雲母は、高いコロイド形成能、フィルム形成能、イオン交換能、MB吸着能を有し、層間に無機・有機物を挟み入れて複合体を形成するという特性を有する。

【0083】合成雲母をアルカリ珪酸塩水溶液（例えば珪酸ナトリウム水溶液）に混合攪拌して分散すると、合成雲母は、水分を層間に吸着して膨潤し、層間のナトリウムイオン等の陽イオンを水中に溶解放出して、微細にへき壊し始める。その後、合成雲母の結晶は、層間部分が陰イオンに帯電し、鱗片の反対側の面が陽イオンに帯電する。そして、陰イオンに帯電した合成雲母の層間に、珪酸ナトリウムのナトリウムイオンが電氣的に吸引され、複合化する。即ち、合成雲母の吸着能及びイオン交換能により、コロイド及び複合体を形成することができる。

【0084】ここで、スメクタイトは、モンモリロナイトとも呼ばれ、酸性白土、ベントナイトの主成分をなす2:1粘土鉱物である。スメクタイトは、格子が電荷を帯びており、水やアルコールで溶媒和すると膨潤すると共に、粒子径が小さいため分散してゾル・ゲルを形成する。そして、合成スメクタイトは、ベントナイトからの水熱合成法による精製により得ることができ、粘性、吸着性、イオン交換能の特性を有する。合成スメクタイトの結晶構造は雲母に類似し、層状であるため配向して薄膜を容易に形成する。また、雲母と同様、層間に金属多核水酸化イオン、金属錯体イオン、荷電ゾル等を挟み入れて複合体を形成するという特性を有する。

【0085】前記アルカリ珪酸塩等の溶媒となる水としては、任意の水を使用することができるが、不純物の混入による影響を防止する意味から、脱イオン水を使用することが好ましい。

【0086】更に、上記必須成分には、例えば、レベリング性を向上するための界面活性剤、防臭を目的とした抗菌・抗カビ剤、熱伝導性を向上するための各種金属粉及びその酸化物等を添加しても良い。

【0087】なお、アルカリ珪酸塩としては、例えば、愛知珪宝（株）製の珪酸ナトリウム3号を好適に使用す

ることができる。未焼成パーミキュライトとしては、例えば、昭和鉱業（株）製の未膨張パーミキュライトを好適に使用することができる。合成雲母としては、例えば、コープケミカル（株）製の膨潤性マイカ（ME-100）を好適に使用することができる。合成スメクタイトとしては、例えば、コープケミカル（株）製のSWFを好適に使用することができる。

【0088】上記のように構成した発泡性無機接着剤を調製するには、まず、水にアルカリ珪酸塩を添加して溶解する。その後、こうして得たアルカリ珪酸塩水溶液中に未焼成パーミキュライトと合成雲母及び／または合成スメクタイトとを混合攪拌することにより分散する。

【0089】このとき、アルカリ珪酸塩水溶液中におけるアルカリ珪酸塩の濃度は、10～500g／リットルが好ましく、100～500g／リットルがより好ましい。また、前記未焼成パーミキュライトの配合量は、アルカリ珪酸塩100重量部に対して、固形分換算で1～50重量部とすることが好ましく、10～40重量部とすることがより好ましい。配合量が1重量部未満の場合、皮膜（発泡層）の厚みが不十分となる。配合量が50重量部を超えると、接着性が不十分となる。更に、合成雲母及び／または合成スメクタイトの配合量は、アルカリ珪酸塩100重量部に対して、固形分換算で5～20重量部とすることが好ましく、10～15重量部とすることがより好ましい。配合量が5重量部未満の場合、皮膜（発泡層）の厚みが不十分となる。配合量が20重量部を超えると、接着性が不十分となる。

【0090】なお、上記のような発泡性無機接着剤13としては、本出願人である株式会社常盤電機社製の無機発泡接着剤FJ515またはFJ516を好適に使用することができる。

【0091】＜製造方法＞次に、上記のように構成された実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10の製造方法を説明する。

【0092】まず、上記発泡不燃断熱材11及び不燃性シート12をそれぞれ所定の形状及び寸法に製造すると共に、上記発泡性無機接着剤13を調整する。次に、発泡不燃断熱材11の厚さ方向一側面及び他側面の全体に、それぞれ、発泡性無機接着剤13を所定膜厚で塗付する。この発泡不燃断熱材11への発泡性無機接着剤13の塗付は、公知のスプレー法、ロールコート法、浸漬法、フローコート法等により行うことができる。このとき、塗付膜厚は、例えば、1～1000μmの範囲の値、特に、5～100μmの範囲の値とすることができる。その後、発泡性無機接着剤13を塗付した発泡不燃断熱材11の一側面及び他側面に対して、それぞれ、不燃性シート12を対向配置する。そして、発泡不燃断熱材11に対して各不燃性シート12を相対的に接近させ、所定圧力で互いに接触させて接合する。そして、この状態でこれらを所定時間乾燥し、発泡性無機接着剤1

3を乾燥固化させて接着層を形成する。これにより、発泡不燃断熱材11および不燃性シート12が、発泡性無機接着剤13により強固に接着され、図1及び図2に示す本実施の形態に係る不燃耐火断熱パネル10が完成する。

【0093】前記発泡性無機接着剤13による接着力は以下のようにして発現する。まず、発泡性無機接着剤13を発泡不燃断熱材11に塗付した後、乾燥して水分を蒸発させると、接着剤溶液の濃縮に伴い、合成雲母の結晶鱗片相互が、内部にアルカリ珪酸塩を包含しながら、未焼成パーミキュライトの微粉体の周囲に接近し、ゲル化する。このとき、劈開した合成雲母の結晶片は、層間部分が陰イオンに、反対側部分が陽イオンに帯電しているため、静電作用により互いに接近する。そして、結晶鱗片の平面部分と端面部分とが任意の態様で接触し、立体構造を形成して結合し、ゲル化して固化する。同時に、アルカリ珪酸塩が脱水縮合し、所期のバインダ機能を発揮して、接着力を発現する。

【0094】ここで、発泡性無機接着剤13の乾燥固化は、加熱による脱水縮合反応または硬化剤による硬化反応により行うことができる。例えば、発泡性無機接着剤13を、約100℃で約15分間乾燥することにより、水の蒸発に伴いアルカリ珪酸塩のシラノール基が脱水縮合して、接着力を発現する。或いは、酸化亜鉛(ZnO)または亜鉛(Zn)等の硬化剤を混合することにより、発泡性無機接着剤13を低温または常温で硬化し、接着力を発現することができる。

【0095】＜作用及び効果＞次に、上記のように構成された実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10の作用及び効果を説明する。

【0096】実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10は、通常の発泡不燃断熱材または不燃性シートを使用した積層パネル自体の効果、例えば、耐火性、防火性等の不燃性、断熱性、軽量化、パネル剛性等を効果的に発揮する。加えて、実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10は、発泡不燃断熱材11、不燃性シート12及び発泡性無機接着剤13のいずれもが、無機物質（セピオライト、炭酸カルシウム及び／または水酸化マグネシウム、シリカ等）を主成分とするため、完全な不燃性を実現することができる。また、発泡不燃断熱材11が、発泡体（フォーム状）であるため、高い断熱性を付与する。更に、発泡性無機接着剤13が、発泡不燃断熱材11と不燃性シート12との接着部分でも不燃性を発揮し、更に、耐火時にその接着部分から劣化することを防止する。その結果、発泡不燃断熱材11の特性と不燃性シート12の特性とを併せ持ち、かつ、高いレベルで不燃性及び断熱性を実現した不燃耐火断熱パネル10（積層パネル）を形成することができる。

【0097】加えて、発泡性無機接着剤13が加熱時に発泡する。よって、発泡不燃断熱材11と不燃性シート

12とを接着した後、パネル使用時に、火災等が発生した場合、その火災による熱により発泡性無機接着剤13が発泡して発泡不燃断熱材11と不燃性シート12との間で体積膨張する。その結果、図3に示すように、体積膨張した発泡性無機接着剤13が不燃性及び断熱性発揮部分としての耐火断熱層14を形成し、この耐火断熱層31によっても不燃耐火断熱パネル10全体の不燃性及び断熱性を増大することができる。特に、体積膨張した発泡性無機接着剤13（耐火断熱層14）は、発泡不燃断熱材11と不燃性シートの面状の接着部分を隙間なく充填して接着し、両者の離脱、変形等を有効に防止する。その結果、発泡不燃断熱材11と不燃性シート12の接着部分の劣化を防止し、所期の性能を維持及び発揮することができる。更に、1000℃を超える耐火時には、発泡不燃断熱材11または不燃性シート12にクラックが生じ、形状破壊及び裏面温度の上昇につながる可能性も考えられる。しかし、本実施の形態では、前記発泡性無機接着剤13が形成する発泡層または耐火断熱層14により、そのクラックを閉塞し、全体の耐火断熱性を維持することができる。

【0098】また、実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10は、発泡性無機接着剤13を発泡不燃断熱材11の厚さ方向側面（接合面）全体に塗付したため、不燃断熱層14が発泡不燃断熱材11の側面の略全体及び不燃性シート12の側面の略全体にわたって面状に形成される。その結果、耐火時の火災による入熱により発泡不燃断熱材11または不燃性シート12にクラックを生じた場合でも、体積膨張した発泡性無機接着剤13（耐火断熱層14）からなる不燃性発揮部分により、そのクラックを埋めることができ、かつ、不燃耐火断熱パネル10全体の熱収縮を低減することができる。

【0099】更に、発泡不燃断熱材11は、炭酸カルシウム及び／または水酸化マグネシウムを塩化ビニルにより結合して発泡成形される発泡体であるため、適度な柔軟性を有し、多少の曲げまたは外力（衝撃）によって破壊されることがない。また、不燃性シート12は、無機物質にもかかわらず適度な柔軟性を有するセピオライトから形成されるため、それ自身もやはり適度な柔軟性を有し、多少の曲げまたは外力（衝撃）によって破壊されることがない。そして、発泡性無機接着剤13は、発泡性を有するため、やはり適度な柔軟性を有し、発泡不燃断熱材11と不燃性シート12との接合部分に加わる多少の外力（衝撃）によって破壊されることがない。その結果、不燃耐火断熱パネル10全体が柔軟性を有し、多少の曲げまたは外力（衝撃）によって破壊されることがない。

【0100】なお、上記のような実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10は、不燃性、断熱性等の諸性能が要求される建材または構造物等として好適に使用される。また、不燃性及び断熱性等が高いレベルで要求され

10

20

30

40

50

る場所、例えば、食品、半導体、パソコン、液晶、工作機械等の製造施設としてのクリーンルーム、船舶のドア等に好適に使用することができる。更に、波浪による衝撃、腐食等、過酷な使用条件を考慮して、不燃性、断熱性、強度、軽量化、耐腐食性等の要請を高いレベルで満足する必要がある海洋建築物（船舶、メガフロート、オイルプラットフォーム、ウォーターフロント等）に、特に好適に使用することができる。

【0101】実施の形態2 図4は本発明の実施の形態2に係る不燃耐火断熱パネルの要部を示す断面図である。

【0102】図4に示すように、実施の形態2に係る不燃耐火断熱パネル20は、発泡不燃断熱材11を二層構造とし、不燃性シート12を三層構造とした五層構造をなす点で、実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10と異なる。即ち、実施の形態2では、平行に対向配置した一对の発泡不燃断熱材11の内側面の間に、1枚の不燃性シート12が介装して配置されている。そして、各発泡不燃断熱材11の内側面と不燃性シート12の対向側面とが、それぞれ、発泡性無機接着剤13により接着されている。また、各発泡不燃断熱材11の外側面には、それぞれ、不燃性シート12が対向して配置されている。そして、各発泡不燃断熱材11の外側面と各不燃性シート12の対向側面とが、それぞれ、発泡性無機接着剤13により接着されている。これにより、発泡性無機接着剤13は四層構造となり、加熱時に発泡形成される耐火断熱層14も四層構造となる。なお、発泡不燃断熱材11、不燃性シート12及び発泡性無機接着剤13自体の構成及び製造方法は実施の形態1と同様である。

【0103】実施の形態2に係る不燃耐火断熱パネル20を製造するには、まず、実施の形態1と同様にして、発泡不燃断熱材11及び不燃性シート12をそれぞれ所定の形状及び寸法に製造すると共に、発泡性無機接着剤13を調整する。なお、1枚の不燃耐火断熱パネル20に対して、2枚の発泡不燃断熱材11と、3枚の不燃性シート12を用意する。このとき、発泡不燃断熱材11は、好ましくは、実施の形態1の場合よりも薄肉に形成し、より好ましくは、その2分の1未満の肉厚に形成する。そして実施の形態1と同様にして、2枚の発泡不燃断熱材11及び3枚の不燃性シート12を、図4に示すように、発泡性無機接着剤13を介して互いに接着する。そして、この状態でこれらを所定時間乾燥し、発泡性無機接着剤13を乾燥固化させて接着層を形成する。これにより、二層の発泡不燃断熱材11および三層の不燃性シート12が、発泡性無機接着剤13により強固に接着され、図4に示す本実施の形態に係る五層構造の不燃耐火断熱パネル20が完成する。また、発泡性無機接着剤13により形成される接着層は、上記のように、四層構造となっている。なお、前記発泡性無機接着剤13による接着力は、実施の形態1で述べたようにして発現

する。更に、発泡性無機接着剤13の乾燥固化は、実施の形態1と同様に行うことができる。

【0104】上記のように構成された実施の形態2に係る不燃耐火断熱パネル20は、実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10と同様の作用及び効果を有する。更に、実施の形態2に係る不燃耐火断熱パネル20は、発泡不燃断熱材11を二層構造とすると共に不燃性シート12を三層構造とした五層構造をなすため、不燃性及び耐火性を一層向上することができる。即ち、実施の形態2に係る不燃耐火断熱パネル20は、2枚の発泡不燃断熱材11の合計肉厚を、実施の形態1に係る1枚の発泡不燃断熱材11より小さくし、かつ、不燃耐火断熱パネル20の全体の肉厚を実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10の肉厚より小さくしても、より高い不燃性及び耐火性を有する。

【0105】これは、特に、不燃性シート12による不燃耐火層を三層構造としたことが、全体の不燃性及び耐火性の向上に寄与しているものと考えられる。即ち、上記不燃性シート12は、上記発泡不燃断熱材11より断熱性は劣るものの、不燃性及び耐火性は優れている。よって、不燃耐火断熱パネル20の厚さ方向一側面（表面）側からの火災または加熱に対し、その表面側の不燃性シート12から裏面側の不燃性シート12にかけて、三層の不燃性シート12が、順に、強力な耐火性を発揮する。そして、これら三層の不燃性シート12が、二層の発泡不燃断熱材11と協働して、非常に高いレベルの耐火性を発揮する。なお、実施の形態2に係る不燃耐火断熱パネル20は、主に二層の発泡不燃断熱材11により断熱性を発揮する。

【0106】また、実施の形態2に係る不燃耐火断熱パネル20では、耐火時等の加熱時に、発泡性無機接着剤13による耐火断熱層14が四層構造となる。このことも、不燃耐火断熱パネル20全体の不燃性及び耐火性の向上に寄与しているものと考えられる。即ち、不燃耐火断熱パネル20の表面側からの火災または加熱に対し、その表面側の発泡性無機接着剤13から裏面側の発泡性無機接着剤13にかけて、四層の発泡性無機接着剤13が順次発泡して、四層の耐火断熱層14を順に形成する。そして、それら四層の耐火断熱層14が不燃耐火断熱パネル20の表面側から裏面側にかけて、順に、強力な耐火性を発揮する。また、四層の耐火断熱層14が、三層の不燃性シート12及び二層の発泡不燃断熱材11と協働して、非常に高いレベルの耐火性を発揮する。なお、実施の形態2に係る不燃耐火断熱パネル20では、四層の耐火断熱層14も、それぞれ断熱性を発揮し、全体の断熱性向上に寄与する。その結果、全体として、非常に高いレベルの断熱性を発揮することができる。

【0107】上記のように、実施の形態2に係る不燃耐火断熱パネル20は、その全体の肉厚（板厚）を実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10の場合より更に小

さくすることができ、一層の軽量化を図ることができる。なお、実施の形態2に係る不燃耐火断熱パネル20の不燃性または耐火性は、単体で建設省の耐火試験に合格するレベルのものであり、非常に優れたものである。

【0108】[実施の形態3] 図5は本発明の実施の形態3に係る不燃耐火断熱パネルの要部を示す断面図である。

【0109】図5に示すように、実施の形態3に係る不燃耐火断熱パネル30は、発泡不燃断熱材11を一層構造とし、不燃性シート12を四層構造とした五層構造をなす点で、実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10と異なる。即ち、実施の形態3では、1枚の発泡不燃断熱材11の両外側面に、それぞれ、一对の(2枚)の不燃性シート12が対向して配置されている。そして、発泡不燃断熱材11の各外側面に対して、各一对の不燃性シート12の対向側面が、それぞれ、発泡性無機接着剤13により接着されている。また、各対の不燃性シート12の対向側面同士も、発泡性無機接着剤13により互いに接着されている。これにより、発泡性無機接着剤13は四層構造となり、加熱時に発泡形成される耐火断熱層14も四層構造となる。なお、発泡不燃断熱材11、不燃性シート12及び発泡性無機接着剤13自体の構成及び製造方法は実施の形態1と同様である。

【0110】実施の形態3に係る不燃耐火断熱パネル30を製造するには、まず、実施の形態1と同様にして、発泡不燃断熱材11及び不燃性シート12をそれぞれ所定の形状及び寸法に製造すると共に、発泡性無機接着剤13を調整する。なお、1枚の不燃耐火断熱パネル30に対して、1枚の発泡不燃断熱材11と、4枚の不燃性シート12を用意する。このとき、発泡不燃断熱材11は、好ましくは、実施の形態1の場合よりも薄肉に形成する。そして実施の形態1と同様にして、1枚の発泡不燃断熱材11及び4枚の不燃性シート12を、図5に示すように、発泡性無機接着剤13を介して互いに接着する。そして、この状態でこれらを所定時間乾燥し、発泡性無機接着剤13を乾燥固化させて接着層を形成する。これにより、一層の発泡不燃断熱材11および四層の不燃性シート12が、発泡性無機接着剤13により強固に接着され、図5に示す本実施の形態に係る五層構造の不燃耐火断熱パネル30が完成する。また、発泡性無機接着剤13により形成される接着層は、上記のように、四層構造となっている。なお、前記発泡性無機接着剤13による接着力は、実施の形態1で述べたようにして発現する。更に、発泡性無機接着剤13の乾燥固化は、実施の形態1と同様に行うことができる。

【0111】上記のように構成された実施の形態3に係る不燃耐火断熱パネル30は、実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10と同様の作用及び効果を有する。更に、実施の形態2に係る不燃耐火断熱パネル30は、発泡不燃断熱材11を一層構造とすると共に不燃性シート

12を四層構造とした五層構造をなすため、不燃性及び耐火性を一層向上することができる。即ち、実施の形態3に係る不燃耐火断熱パネル30は、発泡不燃断熱材11の肉厚を、実施の形態1に係る発泡不燃断熱材11より小さくし、かつ、不燃耐火断熱パネル30の全体の肉厚を実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10の肉厚より小さくしても、より高い不燃性及び耐火性を有する。

【0112】これは、特に、不燃性シート12による不燃耐火層を四層構造としたことが、全体の不燃性及び耐火性の向上に寄与しているものと考えられる。即ち、実施の形態2の場合と同様に、不燃耐火断熱パネル20の厚さ方向一側面(表面)側からの火災または加熱に対し、その表面側の不燃性シート12から裏面側の不燃性シート12にかけて、四層の不燃性シート12が、順に、強力な耐火性を発揮する。そして、これら四層の不燃性シート12が、単層の発泡不燃断熱材11と協働して、非常に高いレベルの耐火性を発揮する。なお、実施の形態3に係る不燃耐火断熱パネル30は、主に単層の発泡不燃断熱材11により断熱性を発揮する。

【0113】また、実施の形態3に係る不燃耐火断熱パネル30では、耐火時等の加熱時に、実施の形態2と同様、発泡性不燃接着剤13による耐火断熱層14が四層構造となり、不燃耐火断熱パネル30全体の不燃性及び耐火性の向上に寄与する。また、四層の耐火断熱層14が、それぞれ断熱性を発揮し、全体の断熱性向上に寄与する。その結果、全体として、非常に高いレベルの断熱性を発揮することができる。

【0114】上記のように、実施の形態3に係る不燃耐火断熱パネル30は、実施の形態2と同様、その全体の肉厚(板厚)を実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10の場合より更に小さくすることができ、一層の軽量化を図ることができる。なお、実施の形態3に係る不燃耐火断熱パネル30の不燃性または耐火性も、実施の形態2と同様、単体で建設省の耐火試験に合格するレベルのものであり、非常に優れたものである。

【0115】[実施の形態4] 図6は本発明の実施の形態4に係る不燃耐火断熱パネルの要部を示す断面図である。

【0116】図6に示すように、実施の形態4に係る不燃耐火断熱パネル40は、実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10の両外側面(各不燃性シート12の外側面)に、更に、鋼板41を接合した点において実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10と異なる。その他の構成は実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネル10と同様である。具体的には、実施の形態4に係る不燃耐火断熱パネル40では、一对の不燃性シート12の外側面に、それぞれ、表面材及び裏面材として、カラー鋼板等からなる鋼板41が接着剤により接着されている。この鋼板41としては、表面強度が高く、耐水性等の耐候性

及び耐食性に優れ、外観性も良好なものを使用する。具体的には、JIS規格の各種鋼板、例えば、溶融亜鉛めっき鋼板、塗装溶融亜鉛めっき鋼板、溶融アルミニウムめっき鋼板、ステンレス鋼板、塗装ステンレス鋼板、22Crフェライト系ステンレス鋼板等を好適に使用することができる。

【0117】前記接着剤としては、無機接着剤を使用することが耐火性の点から好ましい。しかし、接着性に優れるエポキシ樹脂系、フェノール樹脂系、酢酸ビニル樹脂系、ホットメルト系等の有機接着剤を使用しても良い。この場合、耐火時等にこれらの有機接着剤が炭化または焼失して接着力が失われたとしても、その接着性は不燃性耐火断熱パネル自体の防火性または形状保持性にはあまり影響がない。特に、不燃性耐火断熱パネルを外壁または内壁等の建材として使用する場合、表面材または裏面材としての鋼板41は、目地部等において下地材にネジ等によって取り付けられるため、接着力消失による影響は少ない。

【0118】上記のように構成した実施の形態4に係る不燃耐火断熱パネル40では、実施の形態1の作用及び効果に加え、鋼板41により全体の剛性、強度、耐火性等を一層向上することができる。

【0119】ところで、上記各実施の形態では、発泡不燃断熱材11及び不燃性シート12を接着する無機接着剤として、発泡性無機接着剤13を使用した。本発明は、発泡性を有しない無機接着剤を使用しても良い。この場合の無機接着剤としては、珪酸塩、磷酸塩、コロイダルシリカ、アルキルシリケート等を結合剤とし、アルミナ、シリカ、ジルコニア、ジルコン、マグネシア、スピネル等の酸化物、炭化物、窒化物を骨材とし、金属、金属酸化物、金属水酸化物、ケイフッ化ナトリウム、磷酸塩、ホウ酸塩等を硬化材として使用する反応形無機接着剤を使用することができる。かかる反応形無機接着剤としては、例えば、アルカリ金属シリケート（珪酸アルカリ金属）系、酸性金属ホスフェート系、コロイダルシリカ系等の無機接着剤がある。

【0120】また、上記各実施の形態では、発泡性無機接着剤13は、100℃程度の温度による加熱、または、硬化剤により接着力を発現する。よって、発泡性無機接着剤13は、通常、発泡不燃断熱材11への塗付及び接着時点では実質的に発泡することなく、発泡不燃断熱材11と不燃性シート12とを接着している。

【0121】一方、発泡性無機接着剤13は、図3に示すように、耐火時の火災等による加熱時に発泡して体積膨張し、発泡体からなる比較的厚肉の耐火断熱層14を形成するようになっている。しかし、前記発泡性無機接着剤13を、発泡不燃断熱材11と不燃性シート12とを接着した後に所定温度で予備加熱し、発泡させても良い。こうすると、発泡性無機接着剤13が、不燃耐火断熱パネル10、20、30、40製造時（使用前）に、

発泡不燃断熱材11と不燃性シート12との間で耐火断熱層14を形成する。よって、不燃耐火断熱パネル10、20、30、40の通常の使用時には、前記耐火断熱層14も不燃性、耐火性及び断熱性を発揮する。

【0122】この場合、前記予備加熱温度としては、200～500℃の範囲の温度とすることが好ましい。予備加熱温度を200℃未満の温度とすると、未焼成パーミキュライトが十分に膨潤しない可能性がある。また、予備加熱温度を500℃を超える温度とすることは、加熱コストを不必要に上昇する等の理由により好ましくない。更に、予備加熱温度は、250～400℃の範囲とすることが、コスト、発泡性（体積膨張）等の点でより好ましい。また、予備加熱時間は、製造する不燃体か断熱パネルの大きさ（面積）にもよるが、コスト、発泡性（体積膨張）等の点で、1～30分程度とすることが好ましく、5～10分程度とすることがより好ましい。

【0123】更に、上記のように、不燃耐火断熱パネル10、20、30、40の製造時に耐火断熱層14を形成すると共に、発泡性無機接着剤13が耐火時に更に発泡して、発泡不燃断熱材11と不燃性シート12との間で更に膨張し、耐火断熱層14を成長して更に厚肉の耐火断熱層14を形成するよう構成することも可能である。即ち、発泡性無機接着剤13が加熱温度及び加熱時間の調整により2段階で段階的に発泡するよう、その材質、発泡条件等を選定する。

【0124】更にまた、上記各実施の形態の不燃耐火断熱パネル10、20、30、40は、1枚（単層）の発泡不燃断熱材11の両側面に一対（二層）の不燃性シート12を接着した三層構造のものとして実施したが、上記実施の形態2または3と同様に、その他の層構造のものとして実施することもできる。例えば、単層の発泡不燃断熱材11の一側面にのみ、単層の不燃性シート12を接着した二層構造の不燃耐火断熱パネルとして実施することも可能である。或いは、単層の発泡不燃断熱材11の一側面にのみ、二層以上の不燃性シート12を接着した三層構造以上の不燃耐火断熱パネルとして実施することも可能である。この場合、不燃性シート12間は発泡性無機接着剤13により接着することが好ましい。

【0125】また、実施の形態2と同様にして、発泡不燃断熱材11を三層以上の構造とすると共に、不燃性シート12をそれよりも一層多い層構造（四層以上の構造）としても良い。或いは、実施の形態3と同様にして、発泡不燃断熱材11を単層構造とすると共に、不燃性シート12を三層または五層以上の構造としても良い。即ち、本発明における発泡不燃断熱材11の層数及び層構造、並びに、不燃性シート12の層数及び層構造は、必要に応じて、任意に選択することができ、不燃耐火断熱パネルの層数及び層構造も、これに合わせて、任意に選択することができる。なお、このとき、各層間は、発泡性無機接着剤13により接着することが好まし

い。

【0126】〔実施の形態5〕

<不燃耐火断熱パネル>図7は本発明の実施の形態5に係る不燃耐火断熱パネル用枠材を適用する不燃耐火断熱パネルを示す斜視図である。図8は本発明の実施の形態5に係る不燃耐火断熱パネル用枠材を適用する不燃耐火断熱パネルを示す要部断面図である。

【0127】まず、実施の形態5に係る不燃耐火断熱パネル用枠材を適用する不燃耐火断熱パネルについて説明する。詳細には、本実施の形態で使用される不燃耐火断熱パネル100は、図7及び図8に示すように、ハニカムコア110の厚さ方向両側面（図8中上下両側面）に、発泡不燃断熱材120を無機接着剤130により接着したものである。詳細には、ハニカムコア110は、例えば、実施の形態1の不燃性シート12を所定のハニカムコア状に付形及び接合して形成される。また、ハニカムコア110は、軽量である割に高い強度を有するハニカム構造材、即ち、厚さ方向の隔壁111によって多数の柱状セル113が蜂の巣状に形成されたハニカム構造材からなる。この柱状セル113は、断面六角形に形成されるのが最も一般的であり、また好ましいが、四角形等の他の多角形、或いは円形等の非角形に形成することもできる。ハニカムコア110は、所定厚みを有し、矩形平板状等の所定平面形状の平板状をなしている。

【0128】前記発泡不燃断熱材120は、例えば、実施の形態1の発泡不燃断熱材11からなる。また、発泡不燃断熱材120は、所定肉厚を有し、ハニカムコア110の側面形状に対応する平板状をなしている。そして、一对の発泡不燃断熱材120が、ハニカムコア110の厚さ方向両側面（隔壁111の両開放端面）に接着される。発泡不燃断熱材120は、内部に多数の細かな独立気泡を有する発泡体であり、ハニカムコア110の厚さ方向両側面で断熱層を構成する。具体的には、実施の形態5に係る不燃耐火断熱パネル100では、ハニカムコア110は、その厚さ方向側面端部となる隔壁111の開放端部側を発泡不燃断熱材120の対向内側面から内部に食い込ませ、発泡不燃断熱材120を貫通して接合している。また、ハニカムコア110の隔壁111の開放端は発泡不燃断熱材120の外側面と略面一となる位置に配置されている。即ち、本実施の形態では、発泡不燃断熱材120の有する可塑性を利用して、ハニカムコア110の隔壁111を発泡不燃断熱材120の内部に圧入して、より強固な接合を得るようにしている。

【0129】発泡性無機接着剤130は、例えば、実施の形態1の発泡性無機接着剤13からなり、一对の発泡不燃断熱材120をハニカムコア110の厚さ方向側面にそれぞれ接着する。また、本実施の形態では、発泡性無機接着剤130は、各発泡不燃断熱材120のハニカムコア110との対向面（接合面乃至対向面）の全体に塗付され、薄肉の接着層を構成している。これにより、

発泡性無機接着剤130は、互いに対向するハニカムコア110の隔壁111の開放端面と発泡不燃断熱材120の側面とを接着する。また、発泡性無機接着剤130は、発泡不燃断熱材120の側面全体に広がり、かつ、対向するハニカムコア110の柱状セル113の開口全体から露出する。更に、発泡性無機接着剤130は、各発泡不燃断熱材120内部に侵入したハニカムコア110の隔壁111の両側面と、発泡不燃断熱材120内部の接合面乃至対向面全体に塗付され、同様に、薄肉の接着層を構成し、互いに対向するハニカムコア110の隔壁111の開放端部側面と発泡不燃断熱材120の内部とを接着する。

【0130】発泡性無機接着剤130は、実施の形態1と同様、通常、発泡不燃断熱材120への塗付及び接着時点では発泡しておらず、単に、ハニカムコア110と発泡不燃断熱材とを接着するのみである。一方、発泡性無機接着剤130は、耐火時の火災等による加熱時に発泡して、ハニカムコア110の各柱状セル113内部に体積膨張し、各柱状セル113内部で発泡体からなる比較的厚肉の耐火断熱層を形成するようになっている。

【0131】更に、一对の発泡不燃断熱材120の外側面に、それぞれ、表面材及び裏面材として、カラー鋼板等からなる鋼板150が接着剤により接着されている。この鋼板150としては、表面強度が高く、耐水性等の耐候性及び耐食性に優れ、外観性も良好なものを使用する。具体的には、JIS規格の各種鋼板、例えば、溶融亜鉛めっき鋼板、塗装溶融亜鉛めっき鋼板、溶融アルミニウムめっき鋼板、ステンレス鋼板、塗装ステンレス鋼板、22Crフェライト系ステンレス鋼板等を好適に使用することができる。

【0132】前記接着剤としては、無機接着剤を使用することが耐火性の点から好ましい。しかし、接着力に優れるエポキシ樹脂系、フェノール樹脂系、酢酸ビニル樹脂系、ホットメルト系等の有機接着剤を使用しても良い。この場合、耐火時等にこれらの有機接着剤が炭化または焼失して接着力が失われたとしても、その接着性は不燃性耐火断熱パネル自体の防火性または形状保持性にはあまり影響がない。特に、不燃性耐火断熱パネルを外壁または内壁等の建材として使用する場合、表面材または裏面材としての鋼板150は、目地部等において下地材にネジ等によって取り付けられるため、接着力消失による影響は少ない。

【0133】なお、ハニカムコア110の隔壁111の圧入度合いは、図8に示すように、発泡不燃断熱材120の厚さ全体としても良く、その一部としても良い。しかし、ハニカムコア110の隔壁111の圧入度合いを、発泡不燃断熱材120の厚さ全体とした場合、機械的接合強度をより増大することができると共に、発泡性無機接着剤130の塗付面積を増大して接着力をより増大することができる。また、ハニカムコア110の貫通

により、ハニカムコア120のハニカム形状に対応する溝状物乃至亀裂を発泡不燃断熱材120に予め形成することにより、耐火時に、発泡不燃断熱材120のクラックによる不具合を有効に防止することができる。

【0134】即ち、耐火時に、たとえ発泡不燃断熱材120に熱応力が加わった場合でも、その熱応力は発泡不燃断熱材120に予め形成したハニカムコア120のハニカム形状に対応する溝状物乃至亀裂部分で解放される。また、その溝状物乃至亀裂部分に存在する発泡性無機接着剤130が、耐火時に発泡して耐火断熱層を形成するため、その溝状物乃至亀裂部分を弾性的にシールして、クラックを防止すると共に、発泡不燃断熱材120への熱応力を吸収する。その結果、耐火性等に不具合を生じる形で発泡不燃断熱材120にクラックを生じることがない。

【0135】次に、不燃耐火断熱パネル100の各構成要素としてのハニカムコア110、発泡不燃断熱材120、発泡性無機接着剤130の各々の構成及び製造方法について説明する。

【0136】＜ハニカムコア＞まず、本実施の形態のハニカムコア（ハニカム構造材）110自体は、例えば、前述した特開平5-147134号公報に開示されたように既に知られているものであるが、以下、実施の形態1の不燃性シート12を使用して、ハニカム構造材を製造する方法について、簡単に説明する。

【0137】（ハニカム構造材の製造）上記のセビオライトを主成分とする不燃性シート12を用いて、ハニカムコア（ハニカム構造材）110は、通常の良く知られた方法によって、例えば、次のように形成することができる。

【0138】まず、シート状の不燃性シート12の表面に、スクリーン転写或いはローラー塗布等により、一定間隔で所定の幅に接着剤を筋状に塗布する。そして、このように接着剤の条を形成したシート状の不燃性シート12の多数枚を、その接着剤の条が隣接する不燃性シート12の間で相互に半ピッチだけずれるようにして重ね合わせ、上下方向から圧着して相互に接着する。次いで、この相互に接着された多数枚の不燃性シート12からなるブロックを、接着剤の条とは直角方向に、要求されるハニカム構造材の厚さに応じた所定の幅に截断する。そして、この截断物を両側から展張することによって、ハニカム構造材が形成される。

【0139】なお、このハニカム構造材の製造に使用する接着剤としては、不燃性シート12の耐熱性が高いため、酢酸ビニル樹脂等の有機接着剤を使用することができる。しかし、より優れた耐火性と耐熱性とを得るためには、無機接着剤の使用が好ましい。そして、そのような無機接着剤としては、水ガラス（ケイ酸塩）、リン酸アルミニウム、コロイダルシリカ、またはコロイダルアルミナ等の水溶液または水分散液に硬化剤を適宜配合し

たものを使用することができる。その一例としては、固形分組成で、90重量%のコロイダルシリカと、10重量%のケイ酸マグネシウムとからなるシリカ系無機接着剤を挙げることができる。

【0140】また、不燃性シート12により形成したハニカム構造材に、更にケイ酸ナトリウムまたはカリウム等の水ガラス組成物を含浸または被覆することは、好ましいことである。これによって、不燃紙の表面に水ガラスの硬化した被覆が形成され、ハニカム構造材の物理的強度と耐水性、更に耐火性及び耐熱性をより高めることができる。なお、このハニカム構造材の含浸または被覆に使用する水ガラス組成物は、例えば、固形分で88重量%のケイ酸ナトリウムと、12重量%の酸化マグネシウム（硬化剤）とからなる変性水ガラス組成物として形成することができる。

【0141】本実施の形態のハニカムコア110を構成するハニカム構造材としては、本出願人である（株）常盤電機社製の珪酸マグネシウムコアHSを好適に使用することができる。

【0142】なお、ハニカムコア110の主成分となる無機物質としては、実施の形態1の不燃性シート12の場合と同様、上記セビオライト（珪酸マグネシウム）の代わりに、或いはセビオライトと共に、ブルーサイト（水酸化マグネシウム）、蠣殻粉（炭酸カルシウム）等を好適に使用することができる。

【0143】＜発泡不燃断熱材及び発泡性無機接着剤＞発泡不燃断熱材120及び発泡性無機接着剤130は、実施の形態1の発泡不燃断熱材11及び発泡性無機接着剤13と同様にして製造することができ、また、同様の市販品を使用することができる。

【0144】＜製造方法＞次に、上記のように構成された実施の形態5に係る不燃耐火断熱パネル100の製造方法を説明する。

【0145】まず、上記ハニカムコア110及び発泡不燃断熱材120をそれぞれ所定の形状及び寸法に製造すると共に、上記発泡性無機接着剤130を調整する。次に、実施の形態1と同様にして、発泡不燃断熱材120の一側面全体に発泡性無機接着剤130を所定膜厚で塗付する。このときの塗付膜厚は、実施の形態1と同様とすることができる。その後、ハニカムコア110及び発泡不燃断熱材120を所定圧力で互いに接近する方向に相対移動させる。そして、隔壁111の開放端部を発泡不燃断熱材120の内側面に食い込ませると共にその内部を貫通させ、隔壁111の開放端を発泡不燃断熱材120の外側面と面一とする。よって、発泡不燃断熱材120は、所定圧力で隔壁111の開放端部の食い込みを許容するような可塑性を有する構成である。

【0146】これにより、ハニカムコア110及び発泡不燃断熱材120が、隔壁111の食い込みにより互いに機械的に接合されると共に、発泡性無機接着剤130

により接着される。そして、この状態でこれらを所定時間乾燥し、発泡性無機接着剤130を乾燥固化させて接着層を形成する。これにより、ハニカムコア110及び発泡不燃断熱材120が、発泡性無機接着剤130により強固に接着され、本実施の形態に係る不燃耐火断熱パネル100が完成する。なお、発泡性無機接着剤130による接着力の発現は、実施の形態1と同様にして行うことができる。その後、発泡不燃断熱材120の両面に鋼板150を接着することにより、不燃耐火断熱パネル100が完成する。

【0147】<不燃耐火断熱パネルの作用及び効果>次に、上記のように構成された実施の形態5に係る不燃耐火断熱パネル100の作用及び効果を説明する。

【0148】実施の形態5に係る不燃耐火断熱パネル100は、通常の不燃性ハニカムコアを使用した積層パネル自体の効果、例えば、耐火性、防火性等の不燃性、断熱性、軽量化、パネル剛性等を効果的に発揮する。加えて、実施の形態5に係る不燃耐火断熱パネル100は、実施の形態1と同様、ハニカムコア110、発泡不燃断熱材120及び発泡性無機接着剤130のいずれもが、無機物質を主成分とするため、完全な不燃性を実現することができる。また、ハニカムコア110が不燃性シート12と、発泡不燃断熱材120が、発泡不燃断熱材11と、発泡性無機接着剤130が、発泡性無機接着剤13と同様の作用及び効果を発揮する。その結果、ハニカムコア110の特性と発泡不燃断熱材120の特性とを併せ持ち、かつ、高いレベルで不燃性及び断熱性を実現した不燃耐火断熱パネル100（積層パネル）を形成することができる。

【0149】加えて、発泡性無機接着剤130が、発泡性無機接着剤13と同様、火災等が発生した場合、その火災による熱により発泡して体積膨張し、ハニカムコア110のセル113内部に進入して耐火断熱層を形成し、不燃耐火断熱パネル100全体の不燃性及び断熱性を増大する。特に、体積膨張した発泡性無機接着剤130（耐火断熱層）は、ハニカムコア110と発泡不燃断熱材120の接着部分を隙間なく充填して接着し、両者の離脱、変形、接着部分の劣化等を防止する。更に、耐火断熱層により、ハニカムコア110または発泡不燃断熱材120に発生するクラックを閉塞し、全体の耐火断熱性を維持することができると共に、不燃耐火断熱パネル100全体の熱収縮を低減することができる。

【0150】更に、ハニカムコア110、発泡不燃断熱材120、発泡性無機接着剤130が、いずれも適度な柔軟性を有し、不燃耐火断熱パネル100全体が柔軟性を有するため、多少の曲げまたは外力（衝撃）によって破壊されることがない。

【0151】また、発泡不燃断熱材120に対し、ハニカムコア110の接合側側面の端部である隔壁111の開放端部を食い込ませて強固に接合した状態で、それら

を発泡性無機接着剤130により接着することができる。その結果、ハニカムコア110及び発泡不燃断熱材120間の接合力が増大し、ハニカムコア110及び発泡不燃断熱材120間の部分的な剥離等を効果的に防止することができる。更にまた、鋼板150により全体の剛性、強度、耐火性等を一層向上することができる。

【0152】なお、上記のような実施の形態5に係る不燃耐火断熱パネル100は、不燃性、断熱性等の諸性能が要求される建材または構造物等として好適に使用される。また、不燃性及び断熱性が高いレベルで要求される場所、例えば、食品、半導体、パソコン、液晶、工作機械等の製造施設としてのクリーンルーム、船舶のドア等に好適に使用することができる。更に、波浪による衝撃、腐食等、過酷な使用条件を考慮して、不燃性、断熱性、強度、軽量化、耐腐食性等の要請を高いレベルで満足する必要がある海洋建築物（船舶、メガフロート、オイルプラットフォーム、ウォータフロント等）に、特に好適に使用することができる。

【0153】<不燃耐火断熱パネル用枠材>図9は本発明の実施の形態5に係る不燃耐火断熱パネル用枠材を適用した不燃耐火断熱パネルを示す平面図である。図10は図9のX-X線断面図である。

【0154】次に、実施の形態5に係る不燃耐火断熱パネル用枠材について説明する。この不燃耐火断熱パネル用枠材50は、図9に示すように、不燃耐火断熱材料よりなる不燃耐火断熱パネル100の外周端面に固着される枠状に形成される。詳細には、不燃耐火断熱パネル用枠材50は、図10に示すように、実施の形態1で説明したように、無機物質を主成分として発泡成形された発泡不燃断熱材11と、無機物質を主成分として抄造され、発泡不燃断熱材11の厚さ方向側面に接着された不燃性シート12と、無機物質を主成分とし、不燃性シート12を発泡不燃断熱材11の厚さ方向側面に接着すると共に、加熱時に発泡する発泡性無機接着剤13とを具備する。

【0155】本実施の形態の不燃耐火断熱パネル用枠材50は、例えば、無機接着剤を介して、不燃耐火断熱パネル100の四方の端面（外周端面全体）に接着される。この無機接着剤として、発泡性無機接着剤13、130を使用しても良い。或いは、珪酸塩、磷酸塩、コロイダルシリカ、アルキルシリケート等を結合剤とし、アルミナ、シリカ、ジルコニア、ジルコン、マグネシア、スピネル等の酸化物、炭化物、窒化物を骨材とし、金属、金属酸化物、金属水酸化物、ケイフ化ナトリウム、磷酸塩、ホウ酸塩等を硬化材として使用する反応形無機接着剤を使用することもできる。かかる反応形無機接着剤としては、例えば、アルカリ金属シリケート（珪酸アルカリ金属）系、酸性金属ホスフェート系、コロイダルシリカ系等の無機接着剤がある。

【0156】<不燃耐火断熱パネル用枠材の作用及び効

10

20

30

40

50

果>上記のように構成した不燃耐火断熱パネル用枠材50自体は、実施の形態1の不燃耐火断熱パネル10と同様の作用及び効果を有し、高断熱性、高不燃性、高耐火性、軽量性、低コスト等の優れた効果を発揮する。よって、不燃耐火断熱パネル100の外周端面に不燃耐火断熱パネル用枠材50を固着した不燃耐火断熱パネルは、その外周部においても、不燃性、耐火性、断熱性等の特性をより高いレベルで実現すると共に、大型パネルに適用した場合でも軽量化の要請を満足し、かつ、製造コストを低減することができる。更に、不燃耐火断熱パネル用枠材50及び不燃耐火断熱パネル100は、同様の材料からなるため、接着剤により接着を非常に強固に行うことができる。その結果、不燃耐火断熱パネル100の外周端面に不燃耐火断熱パネル用枠材50を固着した不燃耐火断熱パネルは、接着面の破壊が少なく、全体として非常に高い強度を有する。

【0157】[実施の形態6] 図11は本発明の実施の形態6に係る不燃耐火断熱パネル用枠材を示す断面図である。

【0158】実施の形態6に係る不燃耐火断熱パネル用枠材60は、隣接する不燃耐火断熱パネル同士の位置決め及び接合を容易にする接合手段を設けた点が、実施の形態5に係る不燃耐火断熱パネル用枠材50と異なる。その他の点は、実施の形態5に係る不燃耐火断熱パネル用枠材50と同様である。即ち、本実施の形態の不燃耐火断熱パネル用枠材60は、図11に示すように、実施の形態5の不燃耐火断熱パネル用枠材50と同様、不燃耐火断熱材料よりなる不燃耐火断熱パネル100の外周端面に固着される枠状に形成される。

【0159】一方、本実施の形態の不燃耐火断熱パネル用枠材60は、一方及び他方の接合端面（例えば右端面及び左端面）の全長にわたって、あり継ぎ状の接合手段を設け、この接合手段を介して隣接する不燃耐火断熱パネル同士を接合するようにしている。具体的には、不燃耐火断熱パネル用枠材60は、接合端面の発泡不燃断熱材11の厚さ方向中央部に、それぞれ、内方に延びる断面矩形状の接合溝61を形成している。隣接する不燃耐火断熱パネルの不燃耐火断熱パネル用枠材60同士を左右方向に当接したときに、両不燃耐火断熱パネルの不燃耐火断熱パネル用枠材60の接合溝61が互いに整合して連続する空間を形成するようになっている。そして、前記両接合溝61が形成する空間に対応する外形（薄板状）の接合材62を、前記両接合溝61内に例えば上方から挿入することにより、隣接する不燃耐火断熱パネル同士を位置決めして接合することができる。前記接合材62は、無機質材料から形成することが好ましい。接合材62は、例えば、発泡不燃断熱材11と同様の材質とすることができる。

【0160】上記のように構成した不燃耐火断熱パネル用枠材60は、実施の形態5の不燃耐火断熱パネル用枠

材50と同様の作用及び効果を有する。更に、本実施の形態の不燃耐火断熱パネル用枠材60では、接合手段により、隣接する不燃耐火断熱パネル同士の接合が容易になる。加えて、不燃耐火断熱パネル用枠材60は、従来のアルミニウム製の枠材乃至ジョイント材（アルミジョイナー）に比べ、高断熱で結露し難く、更に、高不燃性、高耐火性、軽量性、低コスト等の優れた効果を発揮する。

【0161】[実施の形態7] 図12は本発明の実施の形態7に係る不燃耐火断熱パネル用枠材を示す断面図である。

【0162】実施の形態7に係る不燃耐火断熱パネル用枠材70は、接合手段の構成が実施の形態6と異なる。その他の点は、実施の形態6に係る不燃耐火断熱パネル用枠材60と同様である。即ち、本実施の形態の不燃耐火断熱パネル用枠材70は、図12に示すように、互いに対向する接合端面の全長にわたって、本ざね継ぎ状の接合手段を設け、この接合手段を介して隣接する不燃耐火断熱パネル同士を接合するようにしている。具体的には、不燃耐火断熱パネル用枠材70は、一方の接合端面（左端面）における発泡不燃断熱材11の厚さ方向中央部に、内方（右方）に延びる断面矩形状の接合溝71を形成している。また、不燃耐火断熱パネル用枠材70は、他方の接合端面（右端面）における発泡不燃断熱材11の厚さ方向中央部に、外方（右方）に突出する断面矩形状の接合部72を形成している。隣接する不燃耐火断熱パネルの不燃耐火断熱パネル用枠材70同士を左右方向に当接したときに、一方の不燃耐火断熱パネルの不燃耐火断熱パネル用枠材70の接合溝71内に、他方の不燃耐火断熱パネルの不燃耐火断熱パネル用枠材70の接合部72が密に嵌合し、隣接する不燃耐火断熱パネル同士を位置決めして接合することができる。

【0163】上記のように構成した不燃耐火断熱パネル用枠材70は、実施の形態6の不燃耐火断熱パネル用枠材60と同様の作用及び効果を有する。

【0164】[実施の形態8] 図13は本発明の実施の形態8に係る不燃耐火断熱パネル用枠材を示す断面図である。

【0165】実施の形態8に係る不燃耐火断熱パネル用枠材80は、接合手段の構成が実施の形態6と異なる。その他の点は、実施の形態6に係る不燃耐火断熱パネル用枠材60と同様である。即ち、本実施の形態の不燃耐火断熱パネル用枠材80は、図13に示すように、互いに対向する接合端面の全長にわたって、相欠き継ぎ状の接合手段を設け、この接合手段を介して隣接する不燃耐火断熱パネル同士を接合するようにしている。具体的には、不燃耐火断熱パネル用枠材80は、一方の接合端面（左端面）における発泡不燃断熱材11の厚さ方向中央部に、厚さ方向半分（図13中上半分）が外方（左方）に突出する断面矩形状の相欠き部81を形成している。

また、不燃耐火断熱パネル用枠材80は、他方の接合端面(右端面)における発泡不燃断熱材11の厚さ方向中央部に、厚さ方向半分(図13中下半分)が外方(右方)に突出する断面矩形状の相欠き部82を形成している。隣接する不燃耐火断熱パネルの不燃耐火断熱パネル用枠材80同士を左右方向に当接したときに、両不燃耐火断熱パネルの不燃耐火断熱パネル用枠材80の相欠き部81、82同士が互いに密に嵌合し、隣接する不燃耐火断熱パネル同士を位置決めして接合することができる。

【0166】上記のように構成した不燃耐火断熱パネル用枠材80は、実施の形態6の不燃耐火断熱パネル用枠材60と同様の作用及び効果を有する。

【0167】ところで、上記実施の形態6～8において、前記接合溝61、接合溝71及び接合部72、相欠き部81、82は、通常、不燃耐火断熱パネル用枠材60、70、80の左右の端面にそれぞれ形成される。しかし、不燃耐火断熱パネル用枠材60、70、80の上下の端面に形成したり、上下の端面及び左右の端面の両方に形成しても良い。

【0168】また、前記接合溝61と接合材62、接合溝71及び接合部72、相欠き部81、82は、例えば、無機接着剤を介して、互いに接着することも可能である。この無機接着剤として、発泡性無機接着剤13、130を使用しても良い。また、実施の形態5で説明した反応形無機接着剤を使用することもできる。

【0169】更に、実施の形態5～8に係る不燃耐火断熱パネル用枠材50、60、70、80は、発泡不燃断熱材11の両面に不燃性シート12を接着した積層構造としたが、発泡不燃断熱材11のみから構成しても良い。即ち、発泡不燃断熱材11を、不燃耐火断熱パネル100の外周端面に固着される枠状(断面矩形状の棒状)に形成し、或いは、その枠材に前記接合手段を形成したものを使用しても良い。

【0170】この場合も、耐火性の点では不燃耐火断熱パネル用枠材50、60、70、80に若干劣るものの、やはり、高断熱性、高不燃性、高耐火性、軽量性、低コスト等の優れた効果を発揮する。

【0171】また、実施の形態5～8の不燃耐火断熱パネル用枠材50、60、70、80は、用途、使用状況等に依りて、不燃耐火断熱パネル100の四方の端面(外周端面全体)に接着することなく、対向する一対の端面、例えば、左右両端面または上下両端面にのみ固着しても良い。

【0172】[実施の形態9] 図14は本発明の実施の形態9に係る発泡不燃断熱材を示す要部断面図である。

【0173】実施の形態9に係る発泡不燃断熱材90は、基本的には、実施の形態1の発泡不燃断熱材11と同様の構成であり、水酸化マグネシウム及び炭酸カルシウムを主成分として発泡成形したものである。詳細に

は、発泡不燃断熱材90は、主成分乃至主材として、水酸化マグネシウム、炭酸カルシウム及び水酸化アルミニウムを含む。また、発泡不燃断熱材90は、バインダとしての塩化ビニル系樹脂粉末とシリコン系添加剤を含む。なお、発泡不燃断熱材90の組成は、主成分として水酸化マグネシウム及び炭酸カルシウムを含み、バインダとしての塩化ビニル系樹脂を含む限りにおいて、これ以外の組成としても良い。例えば、その他の充填材、シリコン系添加剤以外の添加剤等を含ませることができる。

【0174】一方、本実施の形態の発泡不燃断熱材90は、好ましくは、水酸化マグネシウムの含有量を40～60重量%の範囲内とする。また、その他の材料の含有量は、この水酸化マグネシウムの含有量に対応して設定するが、例えば、炭酸カルシウムの含有量は25～30重量%の範囲内とし、水酸化アルミニウムの含有量は10～25%の範囲内とする。

【0175】ここで、水酸化マグネシウムの含有量が40%未満では、耐火性が不十分となる可能性がある。水酸化マグネシウムの含有量が60%を超えると、成形後の強度が不十分となる可能性がある。また、水酸化マグネシウムの含有量を60%とすると、不燃性、耐火性の点で最も好ましい。

【0176】上記発泡不燃断熱材90の組成例を次に示す。

【0177】

【表4】発泡不燃断熱材の組成例1

水酸化マグネシウム	40
炭酸カルシウム	30
水酸化アルミニウム	25
塩化ビニル系樹脂	3
シリコン系添加剤	2

(重量%)

【0178】

【表5】発泡不燃断熱材の組成例2

水酸化マグネシウム	60
炭酸カルシウム	25
水酸化アルミニウム	10
塩化ビニル系樹脂	3
シリコン系添加剤	2

(重量%)

【0179】<製造方法> 本実施の形態の発泡不燃断熱材90を製造するには、まず、原料混練工程において、水酸化マグネシウムと、炭酸カルシウムと、水酸化アルミニウムと、塩化ビニル系樹脂と、シリコン系添加剤とを含む原料を、ニーダに入れ、トルエン、キシレン等の有機溶剤中で混練し、塩化ビニル系樹脂が溶解した混練

物を得る。次に、発泡成形工程において、前記混練物を金型内に充填し、所定温度で加熱して発泡させる。なお、その他の条件（金型内圧力、成形時間等）は、得ようとする発泡体の発泡密度等に応じて適宜決定する。

【0180】また、前記発泡成形工程における発泡は、例えば、金属水和物である水酸化マグネシウム、水酸化アルミニウム等から放出される結晶水の気化物（蒸気）、炭酸カルシウムから放出される気化ガス（二酸化炭素）等のガス圧を利用し、また、公知の発泡材或いは発泡助剤等を利用して、行うことができる。そして、この発泡成形により形成される気泡殻は、水酸化マグネシウム、炭酸カルシウム等が塩化ビニル系樹脂で固化された強靱な膜状の独立気泡殻となり、その膜状物で包囲された密閉空間の集合体となる。

【0181】次に、養生工程で、前記混練物を発泡成形することにより得た成形体を、所定条件（温度、圧力等）の下、養生する。例えば、発泡成形後の成形体を金型内で所定時間、所定温度、所定圧力の下で冷却する。その後、金型から取り出した成形体を再度加熱して、二次的に発泡させることもできる。

【0182】次に、脱気除去工程で、前記養生した成形体を、80℃以上250℃以下の範囲内の温度で再度加熱し、前記成形体中に含まれる有機成分及び有機溶剤を強制的に脱気して除去する。即ち、前記養生工程後の成形体には、塩化ビニル系樹脂が含まれることは勿論、有機溶剤も完全に揮発することなく相当量が残留している。よって、このままでは、発泡不燃断熱材を建材として使用した場合において、雰囲気温度が一定温度以上となったときに、塩化ビニル系樹脂からいわゆる塩ビ臭が発生したり、有機溶剤が揮散して有機溶剤臭が発生する可能性がある。

【0183】しかし、本実施の形態では、成形体を前記所定温度で再度加熱することにより、塩化ビニル樹脂及び有機溶剤から発生する可能性の有る有機成分（塩化水素等）及び揮発成分を、予め揮散し、脱気して除去することができる。即ち、有機溶剤、塩化ビニル系樹脂の塩化水素等の有機成分が揮散し、使用後に塩ビ臭、有機溶剤臭を発生することがない。その結果、実施の形態9の発泡不燃断熱材90の製造方法によれば、加熱時または耐火時における発泡不燃断熱材90からの塩ビ臭、有機溶剤臭の発生を防止することができる。

【0184】ここで、脱気除去工程の加熱温度が80℃未満では、有機溶剤、塩化ビニル系樹脂の塩化水素等を十分に脱気して除去することができない。一方、脱気除去工程の加熱温度が250℃を超えると、主成分、塩化ビニル系樹脂自体への熱的影響が大きくなり好ましくない。

【0185】＜作用及び効果＞上記のように構成した発泡不燃断熱材90は、実施の形態1の発泡不燃断熱材11と同様の作用及び効果を有し、高断熱性、高不燃性、

高耐火性、軽量性、低コスト等の優れた効果を発揮する。例えば、発泡不燃断熱材90は、火災等による加熱時に、金属水和物としての水酸化マグネシウム（ $Mg(OH)_2$ ）が、酸化マグネシウム（ MgO ）と水（ H_2O ）とに分解する。即ち、OH基として含まれる結晶水（構造水）が H_2O として脱水され、気化熱による冷却効果（自己消化作用）を発揮する。また、金属水和物としての水酸化アルミニウム（ $Al(OH)_3$ ）が、酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）と水（ H_2O ）とに分解し、同様の自己消化作用を発揮する。なお、炭酸カルシウムは、発煙防止機能を発揮する。

【0186】このとき、本実施の形態では、水酸化マグネシウムの含有量を40～60%の範囲内とすることにより、十分な耐火性を発揮すると同時に、十分な強度を確保することができる。その結果、本実施の形態の発泡不燃断熱材90は、優れた断熱性を有するのみならず、耐火性を向上することができる。また、発泡不燃断熱材90は、積層パネル等の芯材として使用した場合に、不燃性、耐火性が非常に高く、その両面にカラー鋼板を有機接着剤により接着した複合パネルとして具体化した場合でも、断熱性に加え、全体として高い不燃性、耐火性を発揮し、特に有利となる。

【0187】例えば、上記組成例1（水酸化マグネシウムの含有量40%）によれば、建設省告示第1828号の基材試験で、最高温度798℃を達成することが確認された。これは、建設省認定の耐火性能（800℃以上不合格）を達成するものである。また、上記組成例2（水酸化マグネシウムの含有量60%）によれば、建設省告示第1828号の基材試験で、最高温度770℃を達成することが確認された。即ち、組成例2によれば、組成例1よりも更に30℃弱の温度低下効果があり、耐火性能を一層向上することができる。

【0188】また、発泡不燃断熱材90は、強靱な独立気泡殻の集合体からなる発泡体であるため、熱伝導率も有機系の発泡断熱材と同様の優れた断熱性を有する。また、発泡不燃断熱材90は、無機質であるため、有機系の発泡断熱材と比較して、付着性能が優れ、特別な処理を必要とせずに直接施工でき、作業を省力化することができる。また、発泡不燃断熱材90は、強固な独立気泡殻のために、吸水率も小さく、加圧透水による影響を防止することができる。

【0189】更に、発泡不燃断熱材90は、主成分が無機物質であるため、燃焼によるガス発生が極めて少量で、取り扱い時におけるガス発生は皆無である。特に、発泡不燃断熱材90は、上記のように、脱気除去工程で塩ビ臭等の原因となる有機成分を除去するため、臭気による悪影響がない。また、発泡不燃断熱材90は、加工性が良好であり、粘り強く強度があり、ある程度の弾性もある。更にまた、発泡不燃断熱材90は、膨張、収縮が極めて少なく、寸法安定性に優れ、複合体として使用

するのにも適している。

【0190】

【実施例】以下、本発明の実施例及び比較例について説明する。

【0191】[実施例1] 実施例1では、発泡不燃断熱材11の両側面に一对の不燃性シート12を発泡性無機接着剤13を介して接着し、実施の形態1の不燃耐火断熱パネル10と同様の不燃耐火断熱パネルを形成した。更に、この不燃耐火断熱パネル10の厚さ方向両側面、即ち、不燃性シート12の外側面には、それぞれ、有機系接着剤を介して鋼板41を接着し、実施の形態4に係る不燃耐火断熱パネル40と同様の不燃耐火断熱パネルを得た。

【0192】このとき、発泡不燃断熱材11としては、(株)常盤電機社製のGロックを使用し、その厚みは38mmとした。また、不燃性シート12としては、

(株)常盤電機社製の不燃紙GSを使用し、その厚みは約1mmとした。更に、発泡性無機接着剤13としては、(株)常盤電機社製の無機発泡接着剤(FJ515)を使用し、その塗付量は $800\text{g}/\text{m}^2$ とした。加えて、鋼板41としては、厚さ0.5mmのカラー鋼板を使用した。更にまた、有機系接着剤としては、大日本インキ化学工業(株)製の常温硬化二液エポキシ接着剤(R-114)を使用し、その塗付量は各鋼板41に対して $50\text{g}/\text{m}^2$ とした。

【0193】これにより、実施例1に係る不燃耐火断熱パネルの全体の厚みは41mmとなった。なお、前記有機系接着剤の固化は、有機系接着剤を乾燥機により40℃の温度で48時間乾燥して行った。

【0194】[比較例1] 比較例1として、発泡不燃断熱材11を単体で使用した。更に、発泡不燃断熱材11の厚さ方向両側面に、それぞれ、有機系接着剤を介して鋼板41を接着した。このとき、発泡不燃断熱材11としては、(株)常盤電機社製のGロックを使用し、その厚みは40mmとした。更に、鋼板41としては、厚さ0.5mmのカラー鋼板を使用した。また、有機系接着剤としては、大日本インキ化学工業(株)製の常温硬化二液エポキシ接着剤(R-114)を使用し、その塗付量は各鋼板に対して $50\text{g}/\text{m}^2$ とした。

【0195】これにより、比較例1に係る不燃耐火断熱パネルの全体の厚みは41mmとなった。なお、前記有機系接着剤の固化は、有機系接着剤を乾燥機により40℃の温度で48時間乾燥して行った。

【0196】<耐火試験>実施例1及び比較例1の各々について耐火試験を行った。図15は本発明の実施例1の耐火試験結果を比較例1の耐火試験結果と共に示す特性図である。

【0197】耐火試験は、実施例1及び比較例1の各々の不燃耐火断熱パネルの表面側を同一条件で加熱し、裏面側の温度を測定することにより行った。不燃耐火断熱

パネルの加熱は、ガスバーナ炉を使用して、耐火断熱パネルの表面を約1000℃で60分加熱し、その後加熱停止することにより行った。図15中、横軸は加熱開始からの経過時間(分)を示し、縦軸は不燃耐火断熱パネルの裏面温度(℃)を示す。また、図15中、Aは実施例1の測定結果を、Bは比較例1の測定結果をそれぞれ示す。

【0198】図15に示すように、耐火試験結果から、実施例1は、非常に良好な不燃性乃至耐火性を備えることが確認された。特に、実施例1は、発泡不燃断熱材11単体の比較例1に比較すれば、非常に優れた耐火性を有することが確認された。

【0199】

【発明の効果】以上のように、請求項1に係る不燃耐火断熱パネルは、発泡不燃断熱材、不燃性シート及び無機接着剤のいずれもが、無機物質を主成分とするため、完全な不燃性を実現することができる。また、発泡不燃断熱材が、発泡体(フォーム状)であるため、高い断熱性を付与する。更に、無機接着剤が、発泡不燃断熱材と不燃性シートとの接着部分でも不燃性を発揮し、更に、耐火時にその接着部分から劣化することを防止する。一方、主要部分である発泡不燃断熱材及び不燃性シートは軽量である。更に、発泡不燃断熱材に不燃性シートを接着する作業は容易であり、作業性が良好である。その結果、不燃性、耐火性、断熱性等の特性をより高いレベルで実現すると共に、大型パネルに適用した場合でも軽量化の要請を満足し、かつ、製造コストを低減することができる。

【0200】請求項2に係る不燃耐火断熱パネルは、発泡不燃断熱材、不燃性シート及び無機接着剤のいずれもが、無機物質を主成分とするため、完全な不燃性を実現することができる。また、発泡不燃断熱材が、発泡体(フォーム状)であるため、高い断熱性を付与する。更に、無機接着剤が、発泡不燃断熱材と不燃性シートとの接着部分でも不燃性を発揮し、更に、耐火時にその接着部分から劣化することを防止する。一方、主要部分である発泡不燃断熱材及び不燃性シートは軽量である。更に、発泡不燃断熱材に不燃性シートを接着する作業は容易であり、作業性が良好である。その結果、不燃性、耐火性、断熱性等の特性をより高いレベルで実現すると共に、大型パネルに適用した場合でも軽量化の要請を満足し、かつ、製造コストを低減することができる。

【0201】加えて、発泡性無機接着剤が、発泡不燃断熱材と不燃性シートとを接着した後、火災等による熱により発泡して体積膨張する。その結果、体積膨張した発泡性無機接着剤によっても不燃性発揮部分を形成し、全体の不燃性を増大することができる。特に、体積膨張した発泡性無機接着剤は、発泡不燃断熱材と不燃性シートとの接着部分を隙間なく充填して接着し、両者の離脱、変形等を有効に防止する。その結果、発泡不燃断熱材と

不燃性シートとの接着部分の劣化を防止し、所期の性能を維持及び発揮することができる。

【0202】請求項3に係る不燃耐火断熱パネルは、発泡不燃断熱材、不燃性シート及び無機接着剤のいずれもが、無機物質（セピオライト、炭酸カルシウム及び／または水酸化マグネシウム）を主成分とするため、完全な不燃性を実現することができる。また、発泡不燃断熱材が、発泡体（フォーム状）であるため、高い断熱性を付与する。更に、発泡性無機接着剤が、発泡不燃断熱材と不燃性シートとの接着部分でも不燃性を発揮し、更に、耐火時にその接着部分から劣化することを防止する。一方、主要部分である発泡不燃断熱材及び不燃性シートは軽量である。更に、発泡不燃断熱材に不燃性シートを接着する作業は容易であり、作業性が良好である。その結果、不燃性、耐火性、断熱性等の特性をより高いレベルで実現すると共に、大型パネルに適用した場合でも軽量化の要請を満足し、かつ、製造コストを低減することができる。

【0203】加えて、発泡性無機接着剤が、発泡不燃断熱材と不燃性シートとを接着した後、パネル使用時に、火災等による熱により発泡して体積膨張する。その結果、体積膨張した発泡性無機接着剤によっても不燃性発揮部分を形成し、全体の不燃性を増大することができる。特に、体積膨張した発泡性無機接着剤は、発泡不燃断熱材と不燃性シートとの接着部分を隙間なく充填して接着し、両者の離脱、変形等を有効に防止する。その結果、発泡不燃断熱材と不燃性シートとの接着部分の劣化を防止し、所期の性能を維持及び発揮することができる。

【0204】更に、発泡不燃断熱材、不燃性シート及び発泡性無機接着剤が、それぞれ、適度な柔軟性を有する。その結果、不燃耐火断熱パネル全体が柔軟性を有し、多少の曲げまたは外力（衝撃）によって破壊されることがない。

【0205】請求項4に係る不燃耐火断熱パネルは、請求項1乃至3のいずれかの効果に加え、その全体の肉厚（板厚）を請求項1乃至3のいずれかに係る不燃耐火断熱パネルの場合より更に小さくすることができ、一層の軽量化を図ることができる。

【0206】請求項5に係る不燃耐火断熱パネルは、請求項1乃至3のいずれかの効果に加え、その全体の肉厚（板厚）を請求項1乃至3のいずれかに係る不燃耐火断熱パネルの場合より更に小さくすることができ、一層の軽量化を図ることができる。

【0207】請求項6に係る不燃耐火断熱パネルは、請求項2乃至5のいずれかの効果に加え、発泡性無機接着剤を発泡不燃断熱材の厚さ方向側面全体に塗付したため、不燃性発揮部分としての耐火断熱層が発泡不燃断熱材及び不燃性シートの接合面の略全体にわたって面状に形成される。その結果、耐火時の火災による入熱により

不燃性シート及び発泡不燃断熱材にクラックを生じた場合でも、体積膨張した発泡性無機接着剤からなる不燃性発揮部分により、そのクラックを埋めることができ、かつ、不燃耐火断熱パネル全体の熱収縮を低減することができる。

【0208】請求項7に係る不燃耐火断熱パネルは、請求項2乃至6のいずれかの効果に加え、不燃耐火断熱パネル製造時に、予め、耐火断熱層が形成されるため、不燃耐火断熱パネルの通常の使用時には、前記耐火断熱層も不燃性、耐火性及び断熱性を発揮する。その結果、通常時における全体の不燃性、耐火性及び断熱性をより向上することができる。なお、発泡性無機接着剤による不燃断熱層は、上記各請求項で述べたような作用及び効果も発揮する。

【0209】請求項8に係る不燃耐火断熱パネルは、請求項2乃至7のいずれかの効果に加え、発泡性無機接着剤を、少なくとも、アルカリ珪酸塩と、未焼成パーミキュライトと、合成雲母及び／または合成スメクタイトと、溶媒としての水とから構成したため、接着剤溶液の濃縮に伴い、合成雲母及び／または合成スメクタイトの結晶鱗片相互が、内部にアルカリ珪酸塩を包含しながら、未焼成パーミキュライトの微粉体の周囲に接近し、ゲル化して固化する。同時に、アルカリ珪酸塩が脱水縮合し、所期のバインダ機能を発揮して、接着力を発現する。

【0210】請求項9に係る不燃耐火断熱パネル用枠材は、無機物質を主成分とする発泡不燃断熱材からなるため、不燃耐火断熱パネルの外周端面に固着した場合、その外周部においても、不燃性、耐火性、断熱性等の特性をより高いレベルで実現すると共に、大型パネルに適用した場合でも軽量化の要請を満足し、かつ、製造コストを低減することができる。

【0211】請求項10に係る不燃耐火断熱パネル用枠材は、無機物質を主成分とする発泡不燃断熱材、不燃性シート及び発泡性無機接着剤からなるため、不燃耐火断熱パネルの外周端面に固着した場合、その外周部においても、断熱性、不燃性、耐火性等の特性をより高いレベルで実現すると共に、大型パネルに適用した場合でも軽量化の要請を満足し、かつ、製造コストを低減することができる。

【0212】請求項11に係る不燃耐火断熱パネルは、外周端面に固着した不燃耐火断熱パネル用枠材が、請求項9または10の効果を発揮し、それ自身のみならず、その外周部においても、不燃性、耐火性、断熱性等の特性をより高いレベルで実現すると共に、大型パネルに適用した場合でも軽量化の要請を満足し、かつ、製造コストを低減することができる。

【0213】請求項12に係る発泡不燃断熱材は、水酸化マグネシウムが自己消化作用を発揮し、優れた断熱性を有するのみならず、耐火性を向上することができる。

【0214】請求項13に係る発泡不燃断熱材の製造方法は、養生した成形体を、80℃以上250℃以下の範囲内の温度で再度加熱し、前記成形体中に含まれる有機成分及び有機溶剤を強制的に脱気して除去するため、加熱時または耐火時における発泡不燃断熱材からの塩ビ臭、有機溶剤臭の発生を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は本発明の実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネルを示す斜視図である。

【図2】 図2は本発明の実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネルの要部を示す断面図である。

【図3】 図3は本発明の実施の形態1に係る不燃耐火断熱パネルの発泡性無機接着剤が発泡した状態を示す断面図である。

【図4】 図4は本発明の実施の形態2に係る不燃耐火断熱パネルの要部を示す断面図である。

【図5】 図5は本発明の実施の形態3に係る不燃耐火断熱パネルの要部を示す断面図である。

【図6】 図6は本発明の実施の形態4に係る不燃耐火断熱パネルの要部を示す断面図である。

【図7】 図7は本発明の実施の形態5に係る不燃耐火断熱パネル用枠材を適用する不燃耐火断熱パネルを示す斜視図である。

【図8】 図8は本発明の実施の形態5に係る不燃耐火*

*断熱パネル用枠材を適用する不燃耐火断熱パネルを示す要部断面図である。

【図9】 図9は本発明の実施の形態5に係る不燃耐火断熱パネル用枠材を適用した不燃耐火断熱パネルを示す平面図である。

【図10】 図10は図9のX-X線断面図である。

【図11】 図11は本発明の実施の形態6に係る不燃耐火断熱パネル用枠材を示す断面図である。

【図12】 図12は本発明の実施の形態7に係る不燃耐火断熱パネル用枠材を示す断面図である。

【図13】 図13は本発明の実施の形態8に係る不燃耐火断熱パネル用枠材を示す断面図である。

【図14】 図14は本発明の実施の形態9に係る発泡不燃断熱材を示す要部断面図である。

【図15】 図15は本発明の実施例1の耐火試験結果を比較例1の耐火試験結果と共に示す特性図である。

【符号の説明】

10, 20, 30, 40, 100: 不燃耐火断熱パネル

11, 90, 120: 発泡不燃断熱材

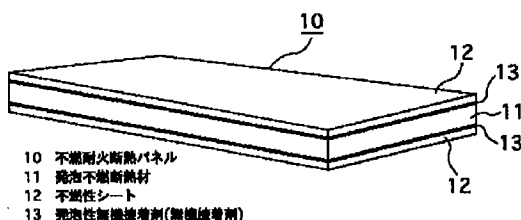
12: 不燃性シート

13, 130: 発泡性無機接着剤

14: 耐火断熱層

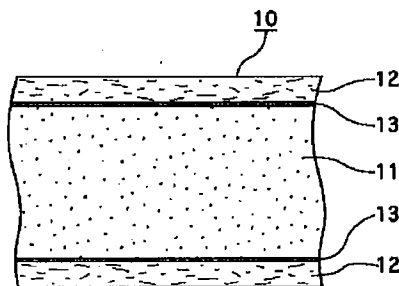
50, 60, 70, 80: 不燃耐火断熱パネル用枠材

【図1】

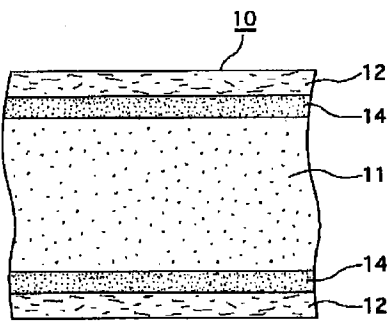


10 不燃耐火断熱パネル
11 発泡不燃断熱材
12 不燃性シート
13 発泡性無機接着剤(無機接着剤)

【図2】

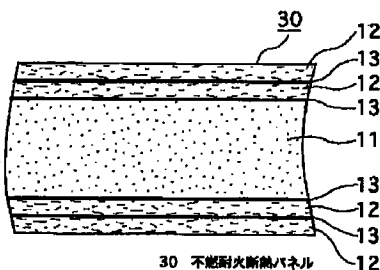


【図3】



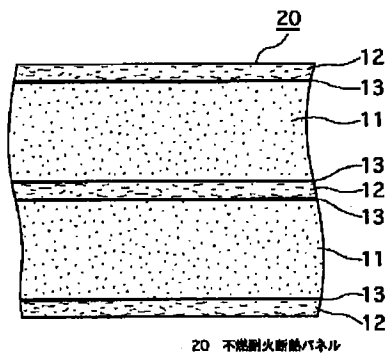
14 耐火断熱層

【図5】

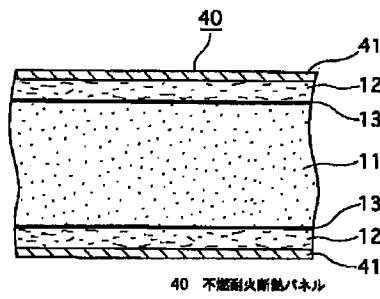


30 不燃耐火断熱パネル

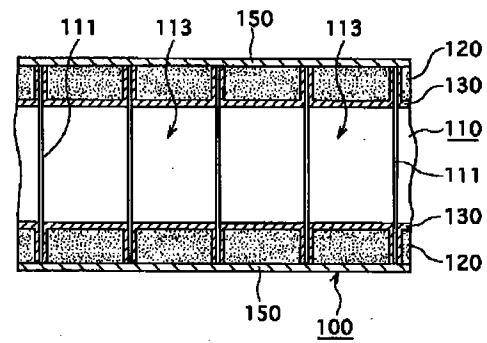
【図4】



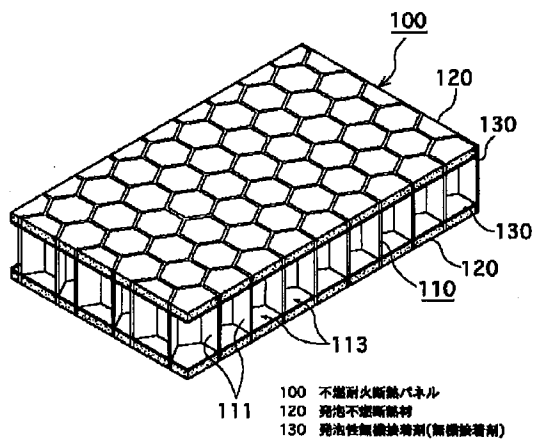
【図6】



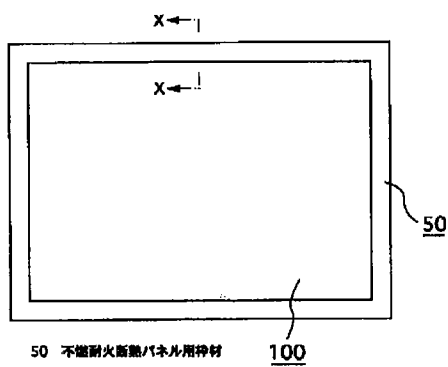
【図8】



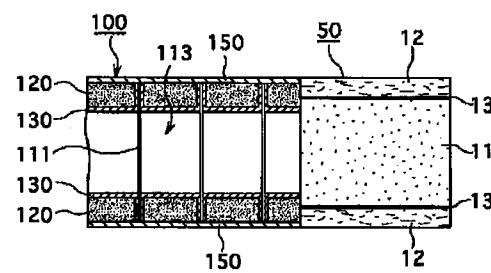
【図7】



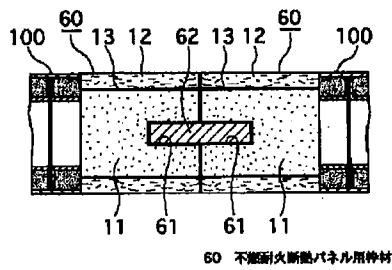
【図9】



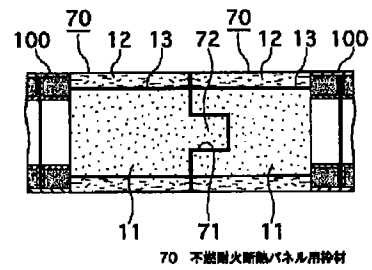
【図10】



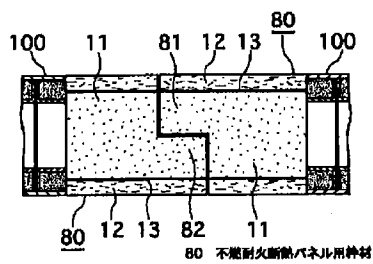
【図11】



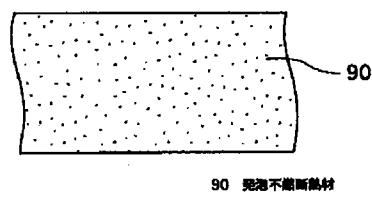
【図12】



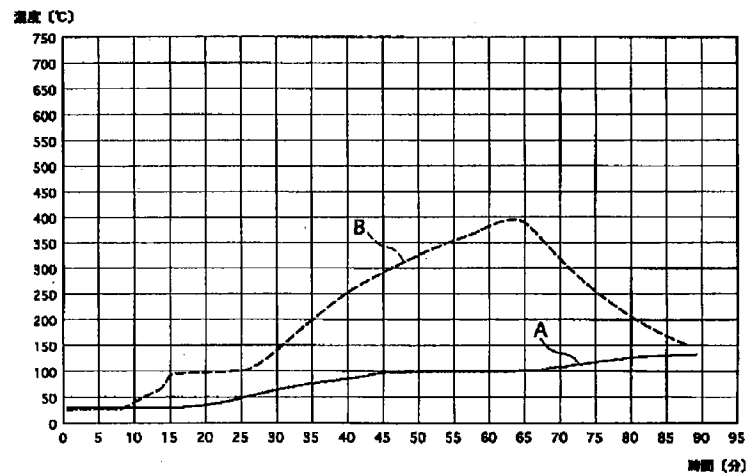
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 岸野 英樹
岐阜県各務原市金属団地65番地 株式会社
常盤電機内

(72)発明者 山田 直幸
岐阜県各務原市金属団地65番地 株式会社
常盤電機内

F ターム(参考) 2E001 DD01 DE01 FA33 GA12 GA24
GA42 GA82 GA87 HC07 HD13
JA13 JA18 JA20 JA21 JA22
JA25 JA28 JB07 JC02 JD02
JD04 JD05 LA04
3H036 AA09 AB12 AB25 AC03 AE01
4F100 AA00A AA00B AA00C AA00D
AA00G AA03 AA08 AA08A
AA08D AA17A AA17D AB03
AC04B AC04C AG00 AK15
AK15A AK15D AK25 AK53
AT00B AT00C BA02 BA03
BA04 BA05 BA06 BA10B
BA10C BA13 CA01 CB00
DC02 DG01 DG02 DJ01A
DJ01D DJ01G EH41B EH41C
EH46 EJ02 EJ42 GB07 GB31
JJ02 JJ02A JJ02D JJ07
JJ07A JJ07B JJ07C JJ07D
JL02 JL03